ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEBRIJVEN

4000 LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chéra — TEL. (04) 52.71.50

MAI 1971 Mensuel — N° 5 — Maandelijks MEI 1971

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chéra — TEL. (04) 52.71.50

MAI 1971 Mensuel — N° 5 — Maandelijks MEI 1971

COMITE DE PATRONAGE

MM. H. ANCIAUX, Inspecteur général honoraire des Mines, à Wemmel.
L. BRACONIER, Président-Administrateur-Délégué de la S.A. des Charbonnages de la Grande Bacnure, à Liège.
L. CANIVET, Président Honoraire de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre à Bruxelles.
P. DE GROOTE, Ancien Ministre, à Bruxelles.
L. DEHASSE, Président d'Honneur de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Bruxelles.
M. DE LEENER, Administrateur-Délégué de l'Association des Centrales Industrielles de Belgique, à Bruxelles.
A. DELMER, Secrétaire Général Honoraire du Ministère des Travaux Publics, à Bruxelles.
N. DESSARD, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
A. HENSKENS, Président du Conseil d'Administration de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles.
L. JACQUES, Président de la Fédération de l'Industrie des Carrières, à Bruxelles.
E. LEBLANC, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Bruxelles.
J. LIGNY, Président de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Marcinelle.
A. MEYERS (Baron), Directeur Général Honoraire des Mines, à Bruxelles.
G. PAQUOT, Président de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
M. PERIER, Président de la Fédération de l'Industrie du Gaz, à Bruxelles.
P. van der REST (Baron), Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges, à Bruxelles.
J. VAN OIRBEEK, Président Honoraire de la Fédération des Usines à Zinc, Plomb, Argent, Cuivre, Nickel et autres Métaux non ferreux, à Bruxelles.
C. VESTERS, Directeur Général Honoraire de la « N.V. Kempense Steenkolenmijnen », à Houthalen.

BESCHERMEND COMITE

HH. H. ANCIAUX, Ere Inspecteur Generaal der Mijnen, te Wemmel.
L. BRACONIER, Voorzitter-Afgevaardigde-Beheerder van de N.V. « Charbonnages de la Grande Bacnure », te Luik.
L. CANIVET, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Brussel.
P. DE GROOTE, Oud-Minister te Brussel.
L. DEHASSE, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Westen van Bergen, te Brussel.
M. DE LEENER, Afgevaardigde-Beheerder van de Vereniging der Electrische Industriële Centrales van België, te Brussel.
A. DELMER, Ere-Secretaris Generaal van het Ministerie van Openbare Werken, te Brussel.
N. DESSARD, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van de Provincie Luik, te Luik.
A. HENSKENS, Voorzitter van de Bedrijfsfederatie der Voortbrengers en Verdelers van Electriciteit in België, te Brussel.
L. JACQUES, Voorzitter van het Verbond der Groeven, te Brussel.
E. LEBLANC, Ere-Voorzitter van de Associatie der Kempische Steenkolenmijnen, te Brussel.
J. LIGNY, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Marcinelle.
A. MEYERS (Baron), Ere-Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel.
G. PAQUOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van de Provincie Luik, te Luik.
M. PERIER, Voorzitter van het Verbond der Gasnijverheid te Brussel.
P. van der REST (Baron), Voorzitter van de « Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges », te Brussel.
J. VAN OIRBEEK, Ere-Voorzitter van de Federatie der Zink-, Lood-, Zilver-, Koper-, Nikkel- en andere non-ferro-Metalenfabrieken, te Brussel.
C. VESTERS, Ere-Directeur Generaal van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen, te Houthalen.

COMITE DIRECTEUR

MM. A. VANDENHEUVEL, Directeur Général des Mines, à Bruxelles, Président.
P. LEDENT, Directeur de l'Institut National des Industries Extractives, à Liège, Vice-Président.
P. DELVILLE, Directeur Général de la Société « Evence Coppée et Cie », à Bruxelles.
C. DEMEURE de LESPAUL, Professeur émérite d'Exploitation des Mines à l'Université Catholique de Louvain, à Sirault.
H. FRESON, Inspecteur Général Honoraire des Mines, à Bruxelles.
P. GERARD, Directeur Divisionnaire Honoraire des Mines, à Hasselt.
H. LABASSE, Professeur émérite d'Exploitation des Mines à l'Université de Liège, à Liège.
J.M. LAURENT, Directeur Divisionnaire des Mines, à Jumet.
G. LOGELAIN, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles.
P. RENDERS, Directeur à la Société Générale de Belgique, à Bruxelles.

BESTUURSCOMITE

HH. A. VANDENHEUVEL, Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel, Voorzitter.
P. LEDENT, Directeur van het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven, te Luik, Onder-Voorzitter.
P. DELVILLE, Directeur Generaal van de Vennootschap « Evence Coppée et Cie» te Brussel.
C. DEMEURE de LESPAUL, Emeritus Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Katholieke Universiteit Leuven, te Sirault.
H. FRESON, Ere-Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
P. GERARD, Ere-Divisiedirecteur der Mijnen, te Hasselt.
H. LABASSE, Emeritus Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Universiteit Luik, te Luik.
J.M. LAURENT, Divisiedirecteur der Mijnen, te Jumet.
G. LOGELAIN, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
P. RENDERS, Directeur bij de « Société Générale de Belgique », te Brussel.

ANNALES DES MINES
DE BELGIQUE

nº 5 — mai 1971

ANNALEN DER MIJNEN
VAN BELGIE

nr. 5 — mei 1971

Direction-Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie-Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chéra — TEL. (04) 52.71.50

Sommaire - Inhoud

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES

1050 BRUXELLES • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • 1050 BRUSSEL

Rue Borrens, 35-43 - Borrensstraat — TEL. 48.27.84 - 47.38.52

Dépôt légal : D/1971/0168

Wettelijke depot : D/1971/0168

BASSINS MINIERS MIJNBEKKENS Périodes Perioden	Production nette Netto produktie t	Consomm. propre et Fournit. au pers. Eigen verbr. en levering aan het pers	Stocks Voorraden t	Jours ouvrés Gewerkte dagen	Nombre d'ouv. présents / Aantal aanwezig arb. — Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Indices - Indices — Taille Pijler	Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Rendement (kg) — Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Présences (1) / Aanw. (%) — Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Mouvem. main-d'œuvre / Werkkrachten schomm. — Belgen	Etrangers Vreemdel.	Total Totaal	Grisou capté et valorisé / Opgevangen en gevaloriseerd mijngas m³ à 8.500 kcal 0° C - 760 mm Hg
Hainaut - Henegouwen	229.810	19.053	66.940	19,93	5.903	8.689	0,214	0,523	0,782	1.876	1.246	71,89	74,61	— 34	— 75	— 109	2.899.867
Liège - Luik	111.394	6.798	72.344	19,90	2.958	4.283	0,232	0,555	0,801	1.801	1.248	79,89	81,89	— 2	+ 1	— 1	
Campine - Kempen	686.092	73.405	140.933	20,00	11.706	16.087	0,910	0,343	0,473	2.916	2.112	88,64	89,96	— 21	+ 29	+ 8	1.275.581
Le Royaume - Het Rijk	1.027.296	99.256	280.217	19,96	20.572	29.065	0,135	0,408	0,583	2.448	1.716	81,56	83,83	— 57	— 45	— 102	4.175.448
1971 Janvier - Januari	1.037.737	104.625	244.918	19,90	21.209	29.796	0,142	0,418	0,595	2.393	1.682	83,36	75,26	— 330	+ 132	— 198	4.670.350
1970 Décembre - December	1.046.027	119.106	214.909	20,12	21.129	29.730	0,143	0,414	0,588	2.418	1.699	83,13	85,37	— 76	+ 9	— 33	4.783.297
Février - Februari	735.593	85.689	54.563	15,30	21.282	29.786	0,187	0,490	0,702	2.042	1.424	82,87	84,71	— 218	— 228	— 446	4.389.184
1969 M.M.	1.100.041	90.640	630.744	20,11	25.339	35.067	0,170	0,473	0,664	2.112	1.506	82,37	84,54	— 281	— 402	— 685	5.783.024
1968 M.M.	1.233.846	94.468	1.735.082	20,28	30.101	40.787	0,184	0,506	0,705	1.976	1.418	83,55	85,55	— 200	— 315	— 515	5.393.912
1967 M.M.	1.369.570	96.697	2.643.697	20,31	35.131	47.637	0,202	0,541	0,748	1.847	1.336	85,14	86,78	— 208	— 382	— 590	5.886.368
1966 M.M.	1.458.276	104.342	3.045.509	19,72	40.231	54.455	0,219	0,569	0,787	1.758	1.270	85 07	86.66	— 435	— 617	—1052	4.938.413
1965 M.M.	1.648.843	116.857	2.419.050	20,46	46.591	62.582	0,227	0,602	0,825	1.660	1.212	83.62	85.46	— 346	— 480	— 826	6.588.896
1964 M.M.	1.775.376	118.885	1.488.665	21,33	50.710	68.032	0.237	0,635	0,866	1.574	1.155	83.71	85.66	— 291	+ 323	+ 32	5.514.722
1962 id.	1.768.804	124.240	1.350.544	21,56	52.028	71.198	0,224	0,610	0,853	1.624	1.156	81,17	83,82	— 411	+ 2	— 409	5.848.183
1960 id.	1.872.443	176.243	6.606.610	20,50	51.143	71.460	0,268	0,700	0.983	1.430	1.018	81,18	83,70	— 753	— 745	—1498	5.702.727
1956 id.	2.455.079	254.456	179.157	23,43	82.537	112.943	0.35	0,86	1,19	1.156	838	84.21	86,29	— 357	— 300	— 657	7.443.776
1948 id.	2.224.261	229.373	840.340	24.42	102.081	145.366	—	1,14	1.64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 id.	2.465.404	205.234	2.227.260	24,20	91.945	131.241	—	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 id.	1.903.466	187.143	955.890	24.10	105.921	146.084	—	1,37	1,89	731	528	—	—	—	—	—	—
1971 Semaine du 22-5 au 28-5 / Week van 22-5 tot 28-5	235.804	—	304.057	5	21.856	29.430	—	—	—	2.270	1.600	78.00	81,00	—	—	—	—

N. B. — (1) **Uniquement les absences individuelles.** — Alléén individuële afwezigheid.
(2) **Dont environ 5 % non valorisé.** — Waarvan ongeveer 5 % niet gevaloriseerd.
(3) Sans les effectifs de maîtrise et de surveillance : Fond : 2.818 — Fond et surface : 1.936. — Zonder de sterkte van meester- en toezichtspersoneel : Ondergrond : 2.818 — Onder- en bovengrond : 1.936.

BELGIQUE — FOURNITURE DE CHARBONS BELGES AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES — FEVRIER 1971
BELGIE — LEVERING VAN BELGISCHE STEENKOLEN AAN DE VERSCHEIDENE ECONOMISCHE SECTORS t — FEBRUARI 1971

PERIODES PERIODEN	Foyers domestiques, artisanat, commerce, administrations publiques	Huisbrand, kleinbedrijf, handel, openbare diensten	Cokeries Cokesfabrieken	Fabriques d'agglomérés Agglomeratenfabr.	Centrales électr. publiques Openbare elektr. centrales	Sidérurgie IJzer- en staalnijverheid	Fabrications métall. Metaalverwerkende nijverheden	Métaux non ferreux Non-ferro metalen	Chimie Chemische nijverh.	Chemins de fer et autres transports Spoorwegen en ander vervoer	Textiles, habillement, cuir Textiel, kleding, leder	Denr. alim., boissons, tabacs Voedingswaren, dranken, tabak	Produits minéraux non métalliques	Niet metalen delfstoffen	Pâtes à papier, papier Papierpulp, papier	Industries diverses Allerlei nijverheidstakken	Exportations Uitvoer	Total du mois Tot. v. d. maand
1971 Février - Februari	95.643		518.215	48.933	167.141	14.182	1.806	8.377	611	1.987	547	1.645	8.587		4.390	4.914	30.400	907.378
Janvier - Januari	110.813		491.047	65.612	175.339	7.594	1.800	7.343	1.358	2.241	534	1.470	9.255		4.921	7.931	29.163	911.421
Décembre - December	121.196		488.982	56.264	196.900	8.289	2.896	9.262	2.475	2.556	442	4.335	6.402		4.786	7.625	33.265	945.675
1970 Février - Februari	136.891		273.383	61.295	162.021	11.726	2.944	8.405	313	2.199	645	3.366	7.005		3.191	5.137	17.336	695.857
1969 M.M.	132.890		519.889	51.651	271.629	13.387	2.502	12.188	374	2.630	521	5.564	9.328		4.790	3.035	74.823	1.105.199
1968 M.M.	166.544		510.582	63.687	316.154	10.976	2.595	10.189	1.129	3.241	588	6.703	11.598		4.382	3.566	95.376	1.207.310
1967 M.M.	179.557		511.078	66.778	322.824	12.848	3.358	12.199	1.900	3.861	1.033	5.946	17.630		4.454	4.134	125.871	1.273.471
1966 M.M.	174.956	(2) 12.534	466.091	76.426	334.405	13.655	4.498	15.851	6.366	7.955	1.286	5.496	15.996	(3) 11.063	5.558	14.288	99.225	1.265.649
1965 M.M.	199.055	13.850	514.092	82.985	328.016	9.420	6.730	19.999	10.123	15.861	1.453	7.909	18.819	27.628	7.295	13.802	152.092	1.429.129
1964 M.M.	217.027	14.940	526.285	112.413	294.529	8.904	7.293	21.429	13.140	23.176	2.062	13.632	22.867	57.211	10.527	15.150	169.731	1.530.316
1962 M.M.	278.231	13.871	597.719	123.810	341.233	8.112	10.370	21.796	23.376	45.843	3.686	17.082	26.857	65.031	13.549	20.128	223.832	1.834.526
1960 M.M	266.847	12.607	619.271	84.395	308.910	11.381	8.089	28.924	18.914	61.567	6.347	20.418	38.216	58.840	14.918	21.416	189.581	1.770.641
1956 M.M.	420.304	15.619	599.722	139.111	256.063	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	32.328(1)	353.828	2.224.332
1952 M.M.	480.657	14.102	708.921 (1)		275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669

N. B. — (1) Y compris le charbon fourni aux usines à gaz. — Daarin begrepen de aan de gasfabrieken geleverde steenkolen.
(2) **Fourniture aux administrations publiques.** — Levering aan de openbare diensten.
(3) Fourniture aux cimenteries — Levering aan de cementfabrieken.

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Fours en activité - Ovens in werking: Batteries / Batterijen	Fours / Ovens	Charbon - Steenkolen (t): Reçu - Ontv.: Belge / Inheemse	Etranger / Uitheemse	Enfourné / In de oven geladen	Huiles combustibles / Stookolie (t)	COKE - COKES (t): Production - Produktie: Gros coke / Dikke cokes > 80 mm	Autres / Andere	Total / Totaal	Consomm. propre / Eigen verbruik	Livr. au personnel / Levering aan pers.	Débit - Afzet: Sect. domest., artisanat et admin. publ. / Huis. sektor, kleinbedrijf en openb. diensten		Sidérurgie / IJzer- en staalnijverheid	Centr. électr. publiques / Openb. elektr. centrales	Transports / Vervoer	Autres secteurs / Andere sektors	Exportation / Uitvoer	Total / Totaal	Stock fin de mois / Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés / Tewerkgestelde arbeid.
Sidér. - V. staalfabr.	32	1.129	433.196	200.823	594.228	(4)	375.963	77.173	455.136	162	2.214		—	—	—	—	—	—	—	585.941	2.235
Autres - Andere . .	9	250	74.839	61.357	132.415	(4)	79.609	24.478	104.087	3	16		—	—	—	—	—	—	—	151.149	776
Le Royaume - Het Rijk	41	1.379	508.035	262.880	726.643	(4)	455.572	103.651	559.223	165	2.230		4.904	479.871	15	303	33.126	32.114	550.323	737.090	3.011
1971 Janv. - Januari.	41	1.399	500.554	310.942	811.496	(4)	497.227	113.766	610.993	110	2.550		7.140	523.922	31	498	37.658	46.632	615.881	146.724	3.041
1970 Déc. - Dec. .	42	1.378	455.341	392.678	814.595	(4)	492.427	122.162	614.589	388	3.904		10.097	497.098	16	283	46.361	63.084	543.599	645.092	3.048
Fév. - Feb. .	41	1.369	467.403	233.126	610.772	(4)	383.301	87.021	470.322	218	2.905		3.854	408.159	6	381	30.487	35.342	478.229	43.498	3.014
1969 M.M. . . .	41	1.379	515.282	266.488	781.952	(4)	503.144	100.930	604.075	367	3.066		9.084	513.846	21	903	39.480	40.250	563.335	82.874	3.039
1968 M.M.	43	1.431	510.733	269.531	785.596	(4)	494.007	109.853	603.590	282	3.397		11.318	493.621	29	1.186	40.536	55.880	502.570	118.142	3.165
1967 M.M. . . .	43	1.442	501.276	247.575	744.976	1.210	463.687	107.755	571.442	466	4.173		10.678	454.308	362	928	41.099	64.028	571.403	132.940	3.289
												(2)	(3)								
1966 M.M.	46	1.500	465.298	283.631	757.663	1.468	461.970	118.145	580.115	1.306	5.142	11.595	1.342	442.680	117	1.010	44.278	66.884	567.906	188.726	3.524
1965 M.M.	48	1.574	502.454	306.408	797.919	1.185	479.498	131.646	611.144	1.854	5.898	14.255	1.548	466.242	61	1.097	47.386	76.499	607.088	119.973	3.868
1964 M.M.	49	1.581	520.196	283.612	805.311	840	485.178	131.291	616.429	1.759	5.640	13.562	1.833	483.554	83	1.209	48.159	59.535	607.935	161.531	3.998
1962 M.M.	13	1.439	581.012	198.200	778.073	951	481.665	117.920	599.585	6.159	5.542	14.405	2.342	473.803	159	1.362	46.384	53.450	591.905	217.789	4.310
1960 M.M.	51	1.668	614.508	198.909	811.811	23.059(1)	502.323	124.770	627.093	7.803	5.048	12.564	2.973	468.291	612	1.234	49.007	82.218	616.899	269.877	3.821
1956 M.M.	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068(1)	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.538	5.003	433.510	1.918	2.200	56.636	76.498	591.308	87.208	4.137
1948 M.M.	47	1.510	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 M.M.	56	1.669	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	--	—	4.120
1913 M.M.	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	--	4.229

N.B. — (1) En hl. - In hl. — (2) Secteur domestique et artisanat - Huisbrand en kleinbedrijf. — (3) Administrations publiques - Openbare diensten. — (4) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

BELGIQUE / BELGIE — COKERIES / COKESFABRIEKEN

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Gaz - Gas 1.000 m³, 4.250 kcal, 0° C, 760 mm Hg: Production / Produktie	Consomm. propre / Eigen verbruik	Débit - Afzet: Synthèse Ammon. fabr.	Sidérurgie / Staalnijverh.	Autres industr. / Andere bedr.	Distrib. publ. / Stadsgas	Sous-produits - Bijprodukten (t): Goudron brut / Ruwe teer	Ammoniaque / Ammoniak	Benzol
Sidérurg. - V. staalfabrieken .	200.268	108.686	19.764	76.049	15.188	7.482	15.990	3.954	3.718
Autres - Andere	46.722	22.119	—	—	7.871	16.727	1.383	—	317
Le Royaume - Het Rijk . .	246.990	130.805	19.764	76.049	23.059	24.209	17.373	3.954	4.035
1971 Janvier Januari	269.568	143.729	20.309	84.370	24.982	27.403	18.277	4.539	5.258
1970 Décembre - December . .	272.715	141.045	17.607	95.275	22.817	29.186	19.347	2.789	4.767
Février - Februari . . .	196.629	102.708	14.256	67.335	7.669	40.395	14.952	3.171	3.671
1969 M.M.	266.093	131.627	22.652	83.604	12.529	60.304	20.527	5.141	5.366
1968 M.M	273.366	131.861	32.096	81.331	7.286	76.002	21.841	5.874	5.567
1967 M.M.	260.580	122.916	36.041	78.819	4.197	75.772	21.176	6.229	4.923
1966 M.M.	262.398	124.317	47.994	71.338	7.323	76.315	21.297	6.415	5.053
1965 M.M.	280.889	131.875	79.215	68.227	7.117	76.506	23.501	6.745	5.687
1964 M.M.	282.815	132.949	75.748	69.988	6.267	77.530	23.552	6.764	5.470
1962 M.M.	280.103	128.325	69.423	67.162	7.589	82 950	23.044	6.891	5.239
1960 M.M.	283.038	133.434	80.645	64.116	12.284	77.950	22.833	7.043	5.870
1956 M.M.	267.439	132.244	78.704	56.854	7.424	72.452	20.628	7.064	5.569
1948 M.M.	105.334	—	—	—	—	—	16.053	5.624	4.978
1938 M.M . . .	75.334	—	—	—	—	—	14.172	5.186	4.63[illegible]

FABRIQUES D'AGGLOMERES / AGGLOMERATENFABRIEKEN — FEVRIER 1971 / FEBRUARI 1971

PERIODE / PERIODE	Production - Produktie (t): Boulets / Eierkolen	Briquettes / Briketten	Total / Totaal	Consommation propre / Eigen verbruik (t)	Livraison au personnel / Lever. aan het personeel (t)	Mat. prem. - Grondstoffen (t): Charbon / Steenkool	Brai / Pek	Ventes et cessions / Verkocht en afgestaan (t)	Stock fin du mois / Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés / Tewerkgestelde arbeid.
1971 Fév. - Feb.	51.161	1.610	52.771	3.532	16.568	50.333	4.292	36.227	16.308	—
Janv. - Jan.	72.645	2.015	74.660	2.590	21.616	69.365	6.065	50.113	19.762	234
1970 Déc. - Dec.	70.155	1.370	71.525	2.630	29.411	64.286	5.324	42.245	19.387	230
Fév. - Feb.	67.619	3.140	70.759	3.089	20.551	65.738	5.474	46.634	22.738	258
1969 M.M. . .	62.954	3.165	66.119	2.318	15.132	58.289	5.564	49.335	21.971	268
1968 M.M. . .	64.766	3.820	68.586	3.364	14.784	65.901	5.404	51.061	30.291	316
1967 M.M. . .	67.755	4.632	72.387	4.460	13.382	68.756	5.983	55.594	37.589	438
1966 M.M. . . .	75.315	5.645	80.950	2.316	16.191	78.302	6.329	65.598	48.275	482
1965 M.M. . . .	81.999	7.525	89.524	2.425	17.827	85.138	7.124	70.576	37.623	478
1964 M.M. . . .	109.081	10.337	119.418	2.390	18.827	115.359	9.410	94.207	53.297	498
1962 M.M. . . .	119.386	14.134	133.520	2.920	16.708	127.156	10.135	114.940	5.315	577
1960 M.M. . . .	77.240	17.079	94.319	2.282	12.191	84.464	7.060	77.103	32.920	473
1956 M.M. . . .	116.258	35.994	152.252	3.666	12.354	142.121	12.353	133.542	4.684	647
1948 M.M. . . .	27.014	53.384	80.848	—	—	74.702	6.625	—	—	563
1938 M.M. . . .	39.742	102.948	142.690		—	129.797	12.918	—	—	873
1913 M.M. . . .	—	—	217.387		—	197.274	—	—	—	1.911

BELGIQUE **BRAI** FEVRIER 1971
BELGIE **PEK t** FEBRUARI 1971

PERIODE	Quantités reçues Ontvangen hoeveelheden: Orig. indig. Inh. oorspr.	Importations Invoer	Total Totaal	Consomm. totale Totaal verbruik	Stock fin du mois Voorr. einde maand	Exportations Uitvoer
1971 Fév. - Februari.	4.458	—	4.458	4.292	6.993	—
Janvier - Januari.	6.404	—	6.404	6.065	6.827	—
1970 Déc. - Dec. . .	5.323	22	5.345	5.324	6.530	—
Fév. - Februari.	4.698	—	4.698	5.474	5.898	—
1969 M.M.	5.187	6	5.193	5.564	8.542	—
1968 M.M.	4.739	86	4.825	5.404	14.882	274
1967 M.M.	4.400	40	4.440	5.983	23.403	482
1966 M.M.	4.079	382	4.461	6.329	46.421	398
1965 M.M.	4.739	1.593	6.332	7.122	68.987	1.147
1964 M.M.	6.515	7.252	13.767	9.410	82.198	1.080
1962 M.M.	8.832	1.310	10.142	10.135	19.963	—
1956 M.M.	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022	1.281
1952 M.M.	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357	2.014

BELGIQUE **METAUX NON-FERREUX** FEVRIER 1971
BELGIE **NON FERRO-METALEN** FEBRUARI 1971

PERIODE	Produits bruts - Ruwe produkten: Cuivre Koper (t)	Zinc Zink (t)	Plomb Lood (t)	Etain Tin (t)	Alum., Antim., Cadm., etc (t) Alum., Antim., Cadm., enz. (t)	Poussières de zinc (t) Zinkstof (t)	Total Totaal (t)	Argent, or platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Demi-finis - Half. pr.: Mét. préc. exc. Edele metalen uitgezonderd (t)	Argent, or, platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Ouvriers occupés Te werk gestelde arbeiders
1971 Février - Februari.	24.580	12.784	7.091	567	509	3.636	49.167	61.411	37.512	2.567	16.119
Janvier - Januari.	27.133	15.139	8.059	576	596	3.557	55.060	58.915	33.849	2.076	16.545
1970 Déc. - Dec. . .	30.380	17.435	8.639	551	665	3.614	61.284	55.717	36.150	—	16.485
Février - Februari.	27.726	22.395	10.045	377	640	—	61.183	120.003	37.132	2.947	16.748
1969 M.M.	25.077	21.800	9.366	557	594		57.393	121.561	36.007	2.451	16.462
1968 M.M.	28.409	20.926	9.172	497	482		59.486	85.340	32.589	1.891	15.881
1967 M.M.	26.489	18.944	8.983	514	419		55.349	41.518	29.487	1.981	16.330
1966 M.M.	25.286	20.976	7.727	548	596		55.128	37.580	32.828	2.247	18.038
1965 M.M	25.780	19.983	9.230	443	634		56.070	36.711	31.503	2.082	18.485
1964 M.M.	23.844	18.545	6.943	576	640		50.548	35.308	29.129	1.731	17.510
1962 M.M.	18.453	17.180	7.763	805	638		44.839	31.947	22.430	1.579	16.461
1956 M.M.	14.072	19.224	8.521	871	648		43.336	24.496	16.604	1.944	15.919
1952 M.M.	12.035	15.956	6.757	850	557		36.155	23.833	12.729	2.017	16.227

BELGIQUE-BELGIE **SIDERU**

PRODUCT

PERIODE PERIODE	Hauts fourneaux en activité Hoogovens in werking	Produits bruts Ruwe produkten: Fonte Gietijzer	Acier en lingots Staalblokken	Acier moulé av. ébard. Gegoten staal voor afboording	Produits demi-finis Half-produkten: Pour relamin. belges Voor Belg. herwalsers	Autres Andere	Aciers marchands Handelsstaal	Profilés Profielstaal	Rails et accessoires Spoorstaven en toebehoren
1971 Février - Februari	39	870.177	1.045.609	9.575	66.730	76.098	210.234	62.441	3.528
Janvier - Januari	39	968.200	1.143.306	9.251	58.842	72.527	218.585	60.275	1.118
1970 Décembre - December . . .	39	925.748	1.079.801	9.438	64.992	64.830	202.370	53.037	1.946
Février - Februari	41	778.748	928.043	—	41.388	45.578	222.380	65.719	3.709
1969 M.M.	42	924.332	1.069.748	(3)	56.695	69.424	217.770	67.378	4.150
1968 M.M.	41	864.209	964.389	(3)	45.488	58.616	202.460	52.360	3.689
1967 M.M.	40	741.832	809.671	(3)	49.253	56.491	180.743	42.667	2.984
1966 M.M.	40	685.805	743.506	(3)	49.224	63.777	167.800	38.642	4.486
1965 M.M.	43	697.172	764.048	(3)	46.941	82.928	178.895	33.492	5.532
1964 M.M.	44	670.548	727.548	(3)	52.380	80.267	174.098	35.953	3.382
1962 M.M.	45	562.378	613.479	4.805	56.034	49.495	172.931	22.572	6.976
1960 M.M.	53	546.061	595.060	5.413	150.669	78.148	146.439	15.324	5.337
1956 M.M.	50	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.315
				(1)					
1948 M.M.	51	327.416	321.059	2.573	61.951		70.980	39.383	9.853
1938 M.M.	50	202.177	184.369	3.508	37.839		43.200	26.010	9.337
1913 M.M.	54	207.058	200.398	25.363	127.083		51.177	30.219	28.489

N.B. — (1) Fers finis - Afgewerkt ijzer. — (2) Tubes soudés - Gelaste pijpen. — (3) Chiffres indisponibles . Onbeschikbare cijfers.

BELGIQUE
BELGIE

IMPORTATIONS-EXPORTATIONS
IN- EN UITVOER

FEVRIER 1971
FEBRUARI 1971

Importations - Invoer (t)

Pays d'origine Land van herkomst Période Periode Répartition Verdeling	Charbon Steenkolen	Coke Cokes	Agglomérés Agglomeraten	Lignite Bruinkolen
C.E.C.A. - E.G.K.S.				
Allem. Occ. - W. Duitsl.	244.655	75.846	480	2.370
France - Frankrijk	14.925	6.588	191	—
Pays-Bas - Nederland	43.626	12.104	14.519	—
Total - Totaal	303.206	94.538	15.190	2.370
PAYS TIERS - DERDE LANDEN :				
Roy. Uni - Veren. Koninkrijk	11.918	3.277	—	—
E.U.A. - V.S.A.	79.092	—	—	—
URSS - USSR	6.005	—	—	—
Pologne - Polen	59.338	—	—	—
Allemagne orientale - Oost. Duitsland				
Tchécoslovaquie - Tsjechoslovakije				
Nord Vietnam - Noord-Vietnam				
Espagne - Spanje	4.134	—	—	—
Total - Totaal	160.487	3.277	—	—
Ens. Fév. - 1971 Samen Feb.	463.693	97.815	15.190	2.370
1971 Janvier - Januari	521.195	103.078	29.301	3.303
1970 Décembre - December	617.879	122.626	21.923	3.112
Février - Februari	771.871	117.541	29.605	2.180
1969 M.M.	547.184	139.094	24.746	4.047
Repartition - Verdeling :				
1) Sect. dom. - Huisel. sektor.	108.550	1.061	14.151	2.370
2) Sect. ind. - Nijverheidssekt.	327.610	96.754	191	—
3) Réexportation - Wederuit.	—	—	—	—
4) Mouv. stocks - Schom. voor.	+ 6.291	—	+ 848	—

Exportations - Uitvoer (t)

Destination Land van bestemming	Charbons Steenkolen	Cokes Cokes	Agglomérés Agglomeraten
CECA - EGKS			
Allemagne Occ. - W. Duitsl.	22.076	8.672	2.317
France - Frankrijk	7.585	15.627	75
Luxembourg - Luxemburg	375	—	—
Pays-Bas - Nederland	344	809	16
Total - Totaal	30.380	25.108	2.408
PAYS TIERS - DERDE LANDEN			
All. Or. - Oost-Duitsl.	—	433	—
Hongrie - Hongarije	—	3.000	—
Norvège - Noorwegen	—	105	—
Portugal - Portugal	—	1.216	—
Roumanie - Roumanië	—	1.000	—
Royaume-Uni - Verenigdkonink.	—	—	1.576
Suisse - Zwitserland	—	142	—
Divers - Allerlei	20	1.110	1.353
Total - Totaal	20	7.006	2.929
Ens. Fév. - 1971 Samen Feb.	30.400	32.114	5.337
1971 Janvier - Januari	29.163	46.632	6.808
1970 Décembre - December.	33.265	63.084	7.360
Février - Februari	17.336	35.342	5.272
1969 M.M.	74.823	40.250	10.006

R- EN STAALNIJVERHEID

FEVRIER-FEBRUARI 1971

DUCTIE t

Fil machine Walsdraad	Tôles fortes Dikke platen > 4,76 mm	Tôles moyennes Middeldikke platen 3 à 4,75 mm 3 tot 4,75 mm	Larges plats Universeel staal	Tôles fines noires Dunne platen niet bekled	Feuillards bandes à tubes Bandstaal Banden v. buizenstrip	Ronds et carrés pour tubes Rond en vierkant staafmat. voor buizen	Divers Allerlei	Total des produits finis Totaal der afgewerkte produkten	Produits finals / Verder bew. prod.: Tôles galv., plomb. et étamées Verzinkte, verlode en vertinde platen	Produits finals / Verder bew. prod.: Tubes d'acier Stalen buizen	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeiders
71.998	91.917	59.627	2.590	255.410	30.775	4.601	2.023	795.144	75.309	23.386	50.409
69.372	90.672	76.357	2.451	262.820	29.090	5.001	2.162	817.903	76.190	21.448	50.204
65.281	86.881	52.046	2.654	256.030	29.317	4.247	1.737	756.546	59.742	23.245	50.482
61.204	95.038	54.946	2.495	226.972	26.020	4.729	1.708	765.010	59.233	19.150	50.323
72.736	97.658	59.223	2.105	258.171	32.621	5.377	1.919	819.109	60.141	23.394	48.313
80.861	**78.996**	**37.511**	**2.469**	**227.851**	**30.150**	**3.990**	**2.138**	**722.475**	**51.339**	**20.199**	**47.944**
80.132	74.192	27.872	1.358	180.627	30.369	2.887	2.059	625.890	51.289	19.802	48.148
77.133	68.572	25.289	2.073	149.511	32.753	4.409	1.636	572.304	46.916	22.462	49.651
76.528	65.048	23.828	3.157	137.246	31.794	1.710	2.248	559.478	43.972	21.317	52.776
72.171	47.996	19.976	2.693	145.047	31.346	1.181	1.997	535.840	49.268	22.010	53.604
53.288	41.258	7.369	3.526	113.984	26.202	290	3.053	451.448	39.537	18.027	53.066
53.567	41.501	7.593	2.536	90.752	29.323	1.834	2.199	396.405	26.494	15.524	44.810
										(2)	
40.874	53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104
28.979	28.780	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431
10.603	16.460	9.084	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	33.024
11.852	19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300

CARRIERES ET INDUSTRIES CONNEXES
GROEVEN EN AANVERWANTE NIJVERHEDEN

Production Produktie	Unité - Eenheid	Janv. - Jan. 1971	Déc. - Dec. 1970	Janv. - Jan. 1970	M.M. 1970
Porphyre - Porfier :					
Moëllons - Breuksteen . .	t	29.976	25.878	31.943	30.553
Concassés - Puin . . .	t	580.731	704.127	496.328	592.545
Petit granit - Hardsteen :					
Extrait - Ruw	m³	13.782	29.697	14.007	28.161
Scié - Gezaagd	m³	4.210	5.681	4.486	5.931
Façonné - Bewerkt . . .	m³	630	935	736	979
Sous-prod. - Bijprodukten	m³	26.214	24.778	9.393	23.242
Marbre - Marmer :					
Blocs équarris - Blokken .	m³	171	276	213	277
Tranches - Platen (20 mm)	m²	28.670	29.539	33.638	32.338
Moëllons et concassés - Breuksteen en puin . . .	t	1.415	1.397	1.593	1.706
Bimbeloterie - Snuisterijen	kg	9.900	7.433	22.850	19.436
Grès - Zandsteen :					
Moëllons bruts - Breukst.	t	21.520	24.641	17.698	21.293
Concassés - Puin . . .	t	39.571	111.837	35.267	125.583
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek .	t	263	187	273	232
Divers taillés - Diverse .	t	1.958	3.621	1.854	4.190
Sable - Zand :					
pr. métall. - vr. metaaln.	t	120.124	127.467	117.681	128.198
pr. verrerie - vr. glasfabr.	t	120.903	180.772	146.485	153.521
pr. constr. - vr. bouwbedr.	t	341.400	446.236	305.773	558.768
Divers - Allerlei . . .	t	47.545	141.463	109.042	147.986
Ardoise - Leisteen :					
Pr. toitures - Dakleien .	t	296	287	568	399
Schiste ard. - Leisteen .	t	100	198	130	201
Coticule - Slijpstenen . .	kg	875	2.951	1.598	2.069

Production Produktie	Unité - Eenheid	Janv. - Jan. 1971	Déc. - Dec. 1970	Janv. - Jan. 1970	M.M. 1970
Produits de dragage - Prod. v. baggermolens :					
Gravier - Grind . .	t	105.026	372.352	114.153	355.858
Sable - Zand . . .	t	9.936	60.786	39.458	76.758
Calcaires - Kalksteen . .	t	1.602.396	1.857.450	1.255.370	1.785.564
Chaux - Kalk	t	215.530	215.886	185.792	209.882
Carbonates naturels - Natuurcarbonaat . . .	t	30.185	41.995	48.201	37.164
Dolomie - Dolomiet :					
crue - ruwe	t	115.261	117.554	114.936	125.286
frittée - witgegloeide .	t	28.197	29.890	33.486	31.030
Plâtres - Pleisterkalk . .	t	5.817	5.981	4.406	7.330
Agglomérés de plâtre - Pleisterkalkagglomeraten	m³	958.428	974.886	980.465	92.904
Silex - Vuursteen :					
broyé - gestampt . . pavé - straatsteen . .	t	390	192	541	357
Quartz et Quartzites - Kwarts en Kwartsiet . .	t	16.202	17.072	16.736	27.723
Argiles - Klei	t	8.371	10.484	7.703	16.461
Personnel - Personeel :					
Ouvriers occupés - Tewerkgestelde arbeiders		8.910	9.186	9.117	9.394

(c) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

C.E.C.A. ET GRANDE-BRETAGNE
E.G.K.S. EN GROOT-BRITTANNIE

PAYS LAND	Houille produite Geproduc. steenkool (1.000 t)	Ouvr. inscrits Ingeschr. arb. (1.000)		Rendement (ouvr./poste) (arb./ploeg) (kg)		Jours ouvrés Gewerkte dagen	Absentéisme Afwezigheid %		Coke de four produit Geproduceerde ovencokes (1.000 t)	Agglomérés produits Geproduceerde agglomeraten (1.000 t)	Stocks Voorraden (1.000 t)	
		Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond		Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond			Houille Kolen	Coke Cokes
Allemagne Occ. - West-Duitsl.												
1971 Fév. - Feb.	9.369	138	213	3.903	3.208	20,26	25,41	23,30	2.473	147	1.779	1.043
1969 M.M. . . .	9.272	141	218	3.665	2.913	21,08	23,07	15,91	2.958	302	5.473	221
1970 Fév. - Feb.	9.189	134	209	3.803	3.031	20,17	21,51	20,13	2.459	249	2.100	35
Belgique - België												
1971 Fév. - Feb.	1.027	27	37	2.448	1.716	19,96	18,44(1)	16,17(1)	559	53	280	737
1969 M.M. . . .	736	30	40	2.042	1.424	15,30	17,13(1)	15,29(1)	470	71	512	43
1970 Fév. - Feb.	1.100	31	45	2.112	1.506	20,11	17,63(1)	15,46(1)	604	66	631	83
France - Frankr.												
1971 Fév. - Feb.	3.338	62	93	2.748	1.808	23,01			1.135	301	5.326	297
1969 M.M. . . .	3.421	74	109	2.515	1.654	21,14			1.126	350	9.734	327
1970 Fév. - Feb.	3.286	69	102	2.680	1.740	20,59			1.092	326	7.472	126
Italie - Italië												
1971 Fév. - Feb.	25	0,8		3.000					600		20	
1969 M.M. . . .	25	0,8		2.510					555		11	
1970 Fév. - Feb.												
Pays-B. - Nederl.												
1971 Fév. - Feb.	296	6,3		3.241					147		336	
1969 M.M. . . .	482	10,1		2.929					172		295	
1970 Fév. - Feb.												
Communauté - Gemeenschap												
1971 Fév. - Feb.	13.851	232,1		3.603					5.410		9.631	
1969 M.M. . . .	14.729	256		3.265					5.705		13.924	
1970 Fév. - Feb.												
Grande Bretagne - Groot-Brittannië				à front in front							en 1.000 t in 1.000 t	
1971 Sem. du 16 au 22-2 Week van 16 tot 22-2	3.187	223	285	7.524	2.315			15,50			7.113	
1969 Moy. hebd. Wekel gem.	2.855	244	310	6.971	2.188			18,25			22.764	
1970 Sem. du 22 au 28-2 Week van 22 tot 28-2	3.171	233	297	7.283	2.335			19,29			15.648	

N. B. — (1) Uniquement absences individuelles . Alléén individuele afwezigheid. — (2) Surface seulement - Bovengrond alléén. — (3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

La radio dans la mine

Journée d'information organisée par l'Institut National des Industries Extractives, à Liège, le 4 novembre 1970 *

- Allocution de bienvenue.
  P. STASSEN.
- Emploi des walkies-talkies dans les chantiers souterrains.
  R. LIEGEOIS.
- Système breveté INIEX/DELOGNE.
  P. DELOGNE.
- Télécommande d'un treuil.
  O. de CROMBRUGGHE.

RESUME

Grâce aux récents progrès techniques, il est dorénavant possible d'utiliser la radio dans la mine pour les télécommunications, la télésignalisation et la télécommande.

En appliquant un nouveau système breveté en 1970, l'INIEX a obtenu des résultats dépassant nettement les performances antérieures.

Ce système fondé sur l'emploi de câbles coaxiaux et de dispositifs rayonnants est décrit par son inventeur.

Le troisième article fournit des indications techniques sur une première réalisation industrielle de télécommande d'un treuil de traînage.

* Travaux de recherche réalisés avec une aide financière de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier.

De radio in de mijn

Informatiedag georganiseerd door het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven te Luik, op 4 november 1970 *

- Welkomsttoespraak.
  P. STASSEN.
- Het gebruik van walkie-talkies in de mijn.
  R. LIEGEOIS.
- Gebrevetteerd systeem NIEB/DELOGNE.
  P. DELOGNE.
- Afstandsbediening van een sleeplier te Winterslag.
  O. de CROMBRUGGHE.

SAMENVATTING

Dank zij de recente technische vooruitgang, is het voortaan mogelijk de radio in de mijn te gebruiken voor de telecommunicatie, de telesignalisatie en de afstandsbediening.

Bij de toepassing van een nieuw gebrevetteerd systeem in 1970, heeft het NIEB uitslagen bekomen die de vroegere prestaties duidelijk overschrijden.

Dit systeem, dat op het gebruik van coaxiale kabels en van straaltoestellen is gebaseerd, wordt door zijn uitvinder beschreven.

Het derde artikel geeft technische aanduidingen over een eerste industriële verwezenlijking van afstandsbediening van een sleeplier.

* Onderzoekingswerkzaamheden die met financiële hulp van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal worden uitgevoerd.

INHALTSANGABE

Der Fortschritt der Technik in den letzten Jahren hat es möglich gemacht, untertage Rundfunk zur Übermittlung von Meldungen, zur Fernübertragung von Signalen und zur Fernsteuerung zu verwenden.

Ein neues INIEX im Jahre 1970 patentiertes System hat Ergebnisse erbracht, die weit über die früheren Leistungen hinausgehen.

Es beruht auf der Verwendung von Koaxialkabeln und Ausstrahlungselementen, die der Erfinder bereits früher beschrieben hat.

Der hiermit veröffentlichte dritte Aufsatz enthält nähere Angaben über die Fernsteuerung eines Schlepphaspels, die erste Anlage dieser Art im praktischen Betrieb.

SUMMARY

Thanks to recent technical progress, it is henceforth possible to use radio in the mine for telecommunications, telesignalling and remote control.

By applying a new system patented in 1970, INIEX obtained results which considerably surpassed previous performances.

This system founded on the use of coaxial cables and radiating devices is described by its inventor.

The third article provides technical indications regarding the first industrial application of remote control to a hauling winch.

Allocution de bienvenue

P. STASSEN *

Mes collaborateurs et moi-même sommes particulièrement heureux de vous accueillir à l'Institut National des Industries Extractives et de vous y souhaiter une très cordiale bienvenue.

Nous saluons la présence parmi nous de M. Venter, Directeur Honoraire d'Inichar, de M. Vandevelde, Directeur au Directoire de l'Industrie Charbonnière, des représentants de l'Administration des Mines ainsi que des nombreux ingénieurs des mines de Campine et des bassins du Sud. Nous vous remercions d'avoir répondu nombreux à notre invitation et d'avoir accepté de participer aux travaux de cette Journée.

Le 17 mai 1968, l'Institut National de l'Industrie Charbonnière a organisé une Journée d'information sur les télécommunications, le télécontrôle et l'automatisation dans les mines.

L'objectif de cette journée était très vaste et plus de 200 ingénieurs belges et étrangers y assistaient. Les exposés présentés étaient relatifs à trois thèmes principaux :

1) La conception des télévigiles et l'exploitation des multiples renseignements qu'ils nous fournissent chaque jour.
2) L'automatisation de l'extraction et des recettes.
3) L'utilisation de la radio dans les mines à la fois pour les communications verbales entre les membres d'une équipe de travailleurs et pour la commande à distance d'engins d'abattage, de transport ou autres.

* Directeur à l'INIEX.
Bois du Val-Benoît, rue du Chéra - B-4000 Liège.

Welkomsttoespraak

Mijn medewerkers en ikzelf zijn bijzonder gelukkig U te kunnen ontvangen in het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven en er U hartelijk te mogen welkom heten.

Wij begroeten in ons midden de heer Venter, Eredirecteur van Inichar, de heer Lycops, Directeur-Generaal der Kempense Steenkolenmijnen, de heer Vandevelde, Directeur bij het Directorium voor de Kolennijverheid, de talrijke vertegenwoordigers van de Administratie van het Mijnwezen en talrijke mijningenieurs uit het Kempens bekken en uit de zuidelijke bekkens. Wij danken U omdat U zo talrijk op onze uitnodiging zijt ingegaan en omdat U bereid zijn gevonden aan de werkzaamheden van deze Dag deel te nemen.

Op 17 mei 1968 heeft het Nationaal Instituut voor Steenkolennijverheid een Informatiedag georganiseerd over de telecommunicatie, de telecontrole en de automatisatie in de mijnen.

Het onderwerp van deze dag was zeer breed opgevat en meer dan 200 ingenieurs uit binnen- en buitenland namen eraan deel. Er werden voornamelijk over de volgende drie onderwerpen voordrachten gehouden :

1) De opbouw van telebewakingssystemen en het gebruiken van de talrijke inlichtingen die ze ons dagelijks geven.
2) De automatisering van de extractie en de losvloeren.
3) Het gebruik van de radio in de mijnen zowel voor mondeling contact tussen de leden van een ploeg arbeiders als voor de afstandsbediening van win-, vervoer- en andere machines.

* Directeur aan het NIEB.
Bois du Val-Benoît, rue du Chéra - B-4000 Liège.

C'est ce troisième thème qui retiendra particulièrement notre attention aujourd'hui et qui fait l'objet des rapports qui vous seront présentés par MM. Liégeois, Delogne et de Crombrugghe.

Vous savez que depuis 3 ans, la Commission des Communautés Européennes accorde à notre Institut des subsides pour l'étude de la propagation des ondes radio-électriques dans les milieux souterrains et nous tenons à la remercier de l'aide importante qu'elle nous apporte dans ce domaine.

Le 18 février 1970 à l'occasion d'une réunion des experts chargés par la Communauté de suivre l'état d'avancement des travaux, les chercheurs de l'équipe d'INIEX et ceux qui lui sont associés (je citerai dans l'ordre MM. Longrée, Deryck, De Keyser, de Crombrugghe, Delogne, Dubois et Liégeois) ont présenté des communications très documentées et très appréciées sur le sujet. Ces textes ont été publiés dans le numéro de juillet/août 1970 des Annales des Mines de Belgique et des tirés à part de cette publication viennent de vous être remis à l'entrée dans cette salle.

Dans son exposé introductif, M. Liégeois rappelait ce qui avait été dit au symposium minier tenu à Harrogate en 1969 sur l'importance des télécommunications. Il était dit : « Des pertes très importantes de production sont dues à un manque de communication entre les hommes dans le chantier et à un manque de communication entre ces mêmes hommes et leurs chefs se trouvant en surface ou ailleurs dans la mine. Les communications téléphoniques en taille ne sont fiables que dans 50 % des cas. D'autre part, elles ont pour inconvénient de figer l'opérateur en un point déterminé du réseau téléphonique ».

Vous savez aussi que la concentration au chantier a fait des progrès extraordinaires au cours de ces dernières années : aux Etats-Unis d'abord, puis en Allemagne, en France, en Grande-Bretagne, en Pologne et en URSS. Le record de la production journalière par taille a été obtenu le 11 juillet de cette année au siège Walsum dans la Ruhr avec une production de 7.515 tonnes obtenue dans une taille de 270 m de longueur et de 2,20 m d'ouverture. Pour atteindre des productions journalières par taille de l'ordre de 2.500 à 3.000 t par jour, il faut déjà arriver à un taux d'utilisation très élevé de tous les engins d'abattage et de desserte d'un chantier et ce taux ne peut être obtenu qu'à condition d'avoir une communication directe et permanente entre tous les membres d'une équipe depuis le point de chargement jusqu'à la tête de taille.

En taille, il existe déjà des systèmes de haut-parleurs disposés de 15 en 15 m le long du front

Vandaag gaat onze aandacht vooral naar het derde onderwerp, dat zal behandeld worden in de verslagen die voorgedragen worden door de heren Liégeois, Delogne en de Crombrugghe.

U weet dat de Commissie der Europese Gemeenschappen sedert drie jaar aan ons Instituut toelagen verleent voor de studie van de toepassing der radio-elektrische golven in de ondergrond, en wij danken de Commissie voor de belangrijke hulp die wij op dit gebied mochten ontvangen.

Op 18 februari 1970 hebben de vorsers van het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven, en degenen die met hen samengewerkt hebben (ik citeer in de juiste volgorde de heren Longrée, Deryck, De Keyser, de Crombrugghe, Delogne, Dubois en Liégeois) bij gelegenheid van een samenkomst van de experten die door de Gemeenschap belast waren de staat van het onderzoek na te gaan, sterk gedocumenteerde en zeer gewaardeerde uiteenzettingen gehouden over dit onderwerp. Deze teksten werden gepubliceerd in het juli-augustus nummer 1970 van de Annalen der Mijnen van België; afdrukken werden U zopas bij het betreden van deze zaal ter hand gesteld.

In zijn inleiding herinnerde de heer Liégeois aan hetgeen gezegd werd op het mijnsymposium te Harrogate in 1969 over het belang van de telecommunicatie. Het volgende werd gezegd : « Zeer belangrijke produktieverliezen vinden hun oorzaak in een gebrek aan communicatie tussen de mensen in de werkplaatsen en aan een gebrek aan communicatie tussen diezelfde mensen en hun oversten die zich op de bovengrond of elders in de mijn bevinden. Telefoonverbindingen in een pijler zijn slechts in 50 % van de gevallen betrouwbaar. Anderzijds vertonen ze het nadeel dat de operateur op één bepaald punt van het telefoonnet moet blijven ».

U weet ook dat de concentratie in de werkplaatsen tijdens de laatste jaren meer dan normaal vooruitgegaan is : eerst in de Verenigde Staten, dan in Duitsland, in Frankrijk, in Engeland, in Polen en in de USSR. Het rekord inzake produktie per dag in één pijler werd bereikt op 11 juli van dit jaar in de zetel Walsum van het Ruhrbekken met een produktie van 7.515 ton in een pijler met een lengte van 270 m en een opening van 2,20 m. Wil men in een pijler een produktie per dag bereiken van de grootteorde van 2.500 tot 3.000 t dan is hiervoor een zeer hoge benuttingsgraad vereist van de win- en vervoermiddelen van de werkplaats en dat is alleen te verwezenlijken met behulp van een rechtstreekse en permanente verbinding tussen al de leden van een ploeg, van het laadpunt tot aan de kop van de pijler.

et qui permettent de transmettre directement à tous les hommes répartis le long du front des consignes et des directives pour la coordination du travail de chacun des membres de l'équipe. Il nous semble opportun qu'un tel système soit essayé à brève échéance en Campine pour faciliter la tâche des porions et des hommes en général.

Nul doute qu'un tel équipement ne soit bénéfique chez nous comme il l'est déjà dans les pays voisins.

Mais il faut aller plus loin, il faut créer un appareillage susceptible de libérer complètement tous les membres d'une équipe d'une attache quelconque à un câble téléphonique et étendre la transmission des informations à tout le quartier et peut-être même au-delà.

Dans ce cas chacun des hommes d'un chantier serait équipé d'un appareil émetteur-récepteur lui permettant d'entrer en communication avec tous et un chacun aussi bien en taille qu'en voie.

Mais à côté de la transmission haute et claire de la parole, un appareillage analogue pourrait servir à télécommander des engins d'abattage ou de transport. C'est d'un essai de ce genre dont M. de Crombrugghe va vous faire part.

Deux des conférenciers de ce jour vous sont très bien connus : M. Liégeois et M. de Crombrugghe et il est certainement superflu que je vous les présente. M. Delogne, Ingénieur Civil et Docteur en Sciences Appliquées, est chargé de cours à l'Ecole Royale Militaire. Secrétaire de la Société des Ingénieurs de Télécommunications de Belgique (SITEL), il est l'auteur de plusieurs articles scientifiques sur la propagation des ondes le long des conducteurs et à ce titre a été choisi par l'INIEX comme ingénieur conseil. Il est chargé de missions particulières et ses travaux ont conduit l'INIEX à déposer une demande de brevet pour un système de télécommunications que nous appelons système INIEX/Delogne. Il énoncera les principes de ce système de transmission.

Après les exposés, nous souhaitons que vous nous fassiez part franchement de vos remarques, de vos suggestions et de vos problèmes. Certains problèmes peuvent trouver des solutions rapides et immédiates comme, par exemple, la liaison entre une cage en mouvement et le machiniste. Il y en a certainement d'autres, en sauvetage, par exemple, et nous vous demandons de nous les poser.

Je vous propose de laisser maintenant la parole aux conférenciers et je la donne à M. Liégeois pour son exposé intitulé: « Emploi des walkies talkies dans les chantiers souterrains ».

Voor de pijlers bestaan er reeds systemen met luidsprekers, die om de 15 m langs het pijlerfront opgesteld worden en waarmee aan de personen die aan het front werken rechtstreeks onderrichtingen of richtlijnen kunnen gegeven worden voor de coördinatie van het werk van ieder lid van de ploeg. Een soortgelijk systeem zou volgens ons binnenkort in de Kempen moeten op proefgesteld worden; het zou de taak van de opzichters en van het gehele personeel vergemakkelijken.

Niemand betwijfeld dat deze uitrusting bij ons dezelfde voordelen zou hebben als in naburige landen waar ze reeds gebruikt wordt.

Wij moeten echter verder gaan en een apparatuur uitwerken waarmee de verschillende leden van een ploeg volledig onafhankelijk worden van eender welke binding met een telefoonkabel waarmee de informatie wordt verspreid over heel de werkplaats en zelfs daarbuiten.

In dat geval zou iedereen in de werkplaats een zend- en ontvangstapparaat hebben waarmee hij kan in verbinding komen met allen en iedereen, zowel in de pijler als in de galerijen.

Evenwel zou naast de gesproken en verstaanbare taal met een analoge apparatuur ook de telebediening van win- en vervoermiddelen kunnen tot stand gebracht worden. De heer de Crombrugghe gaat ons over een proefneming van die aard spreken.

Twee der sprekers van vandaag zijn U zeer goed bekend: de heren Liégeois en de Crombrugghe; het is zeker niet nodig dat ik ze U voorstel. De heer Delogne, Burgerlijk Ingenieur en Doctor in de toegepaste wetenschappen, is Docent aan de Koninklijke Militaire School. Hij is secretaris van de Société des Ingénieurs de Télécommunications de Belgique (SITEL) en schrijver van verschillende wetenschappelijke artikels over de voortplanting van golven over geleiders, en werd om die reden door het NIEB uitgekozen als adviseur. Hij is belast met speciale opdrachten en zijn werk heeft ertoe geleid dat het NIEB brevet heeft aangevraagd voor een telecommunicatiesysteem dat wij het systeem NIEB/Delogne noemen. Hij zal de principen van dit transmissiesysteem uiteenzetten.

Na de uiteenzettingen hopen wij dat U vrijmoedig uw opmerkingen, suggesties en problemen zult voorleggen. Voor sommige problemen bestaat er een spoedige en zelfs onmiddellijke oplossing, zoals bij voorbeeld de verbinding tussen een bewegende kooi en de machinist. Er zijn er ongetwijfeld andere, zoals bij voorbeeld inzake reddingswezen; wij vragen U ze ons voor te leggen.

Ik zou nu graag het woord geven aan de sprekers en ik begin met de heer Liégeois wiens voordracht luidt : « Gebruik van walkie-talkies in de ondergrondse werkplaatsen ».

L'emploi des walkies-talkies dans la mine

Het gebruik van walkie talkies in de mijn

R. LIEGEOIS *

1. La radio n'est pas destinée à remplacer le téléphone et les autres moyens de communication; elle est un moyen complémentaire de transmission caractérisé par le confort, la rapidité, la sécurité.

Les réseaux téléphoniques de mine présentent quelques inconvénients :

— Les communications sont coupées lorsqu'il y a court-circuit, mise à la terre ou rupture du câble.
— Si les postes sont à des points fixes, on risque de ne pas entendre les appels et il faut soi-même se déplacer pour appeler.
— Si on dispose d'un combiné portatif, on peut se brancher assez facilement sur la ligne (avec une pince à picots par exemple), mais on ne peut pas être appelé pendant que l'on circule.

Pour la transmission des ordres, les cordons de sonnette ont les défauts ci-après :

— Celui qui reçoit le signal ne connaît pas à l'avance le nombre de coups et doit attendre avant d'exécuter un ordre. Généralement, on exige qu'il répète le signal.
— Des signaux peuvent être envoyés accidentellement, notamment par chute de pierres sur les cordons de sonnettes. Le cordon de sonnette peut être coincé ou rompu.
— Il n'y a pas de contrôle possible des appels importuns car les appels comme les réponses sont anonymes.

* Ingénieur Civil des Mines, Ingénieur Géologue, attaché à l'Iniex, « Bois du Val-Benoît », rue du Chéra, B-4000 Liège.

1. De radio is niet bestemd om de telefoon en de andere telecommunicatiesystemen te vervangen. Hij is een bijkomend middel van overbrenging, gekenmerkt door het komfort, de snelheid en de veiligheid.

De gangbare telefoonnetten vertonen enkele schaduwzijden :

— De verbindingen worden onderbroken wanneer er kortsluiting, aardverbinding ofwel onderbreking van de kabel is.
— Indien de telefoonposten zich op vaste punten bevinden, loopt men het risico de oproepen niet te horen en is het noodzakelijk dat men zich verplaatst om een oproep uit te voeren.
— Indien men over een draagbaar toestel beschikt, kan men het vrij gemakkelijk op de lijn aansluiten (met een karteltang bijvoorbeeld), maar men kan niet opgeroepen worden terwijl men in beweging is.

Voor de overbrenging van de bevelen hebben de belkabels de volgende fouten :

— Degene die het signaal ontvangt kent vooraf het aantal slagen niet en moet wachten vooraleer een bevel uit te voeren. Gewoonlijk wordt hij verplicht het signaal te herhalen.
— Er kunnen toevallig signalen uitgezonden worden, vooral bij steenval op de belkabels.
— De belkabel kan geblokkeerd ofwel onderbroken worden.
— Er is geen controle mogelijk van de ongelegen voorkomende signalen want zowel de oproepen als de antwoorden zijn anoniem.

* Burgerlijk Mijningenieur, Aardkundig Ingenieur, verbonden aan het Nieb, « Bois du Val-Benoît », rue du Chéra, B-4000 Liège.

— Le temps mis à transmettre les signaux et à les répéter par mesure de sécurité est du temps « perdu » pour le travail. Les combinaisons du code étant limitées, on éprouve des difficultés à effectuer de petits mouvements avec la cage dans le puits, des berlines dans le transport ou des engins d'abattage en taille.

Les lampes de signalisation en taille sont bien utiles, mais présentent les défauts inhérents aux systèmes de liaison par fils et ne pourront jamais concurrencer l'information verbale directe.

Avec la radio, on peut appeler sélectivement n'importe qui n'importe où; les messages sont immédiats et individualisés; l'information atteint sans retard celui qui doit être informé. Les manœuvres les plus délicates peuvent être demandées et exécutées promptement et sans risque. Un mineur isolé, du service de sécurité ou d'une équipe de sauvetage, peut rester constamment en contact radio avec une station de base.

La radio peut donc rendre des services dans les travaux préparatoires, dans les puits et burquins, dans les galeries de transport, dans les tailles et durant les opérations de sauvetage.

2. La raison principale de l'absence des walkies-talkies dans la mine est la forte atténuation des ondes radio qui sont absorbées par les roches et qui ne passent pas facilement les obstacles à la propagation tels que les tournants et les encadrements métalliques. En surface, c'est principalement dans l'industrie des transports que l'on rencontre des difficultés similaires. Avec les locomotives des chemins de fer par exemple, on perd le contact radio lorsqu'elles circulent dans les tunnels ou sur les tronçons électrifiés. Dans ces cas, on s'en tire en plaçant le long des voies des conducteurs servant de guides d'ondes. En faisant usage de stations fixes puissantes et de nombreux relais, on envoie des ondes radio guidées le long de la voie et on les capte sur les locomotives par des stations mobiles également puissantes dont les antennes ne s'écartent guère du guide d'ondes. Il existe une installation de radiophonie sur locomotives dans le réseau de transport électrifié du siège Winterslag de la N.V. Kempense Steenkolenmijnen.

Dans les tailles, le système le plus élaboré est constitué par le « Gigaphone » et le « Picophone »*. Avec les équipements disponibles actuellement, il faut s'approcher du câble guide d'on-

* Le Cerchar fait construire cette année une première série d'une version améliorée comprenant des X phones et des Y phones.

— De tijd die nodig is om de seinen door te geven en om ze te herhalen als veiligheidsmaatregel is voor het werk « verloren » tijd. Omdat de combinaties van de code beperkt zijn, heeft men moeilijkheden om de kleine bewegingen met de kooi in de schacht uit te voeren, met de mijnwagens in het vervoer en met de winmachines in de pijler.

De signalisatielampen in de pijler zijn wel nuttig maar vertonen de nadelen die noodzakelijk eigen zijn aan de systemen van verbinding door draden en kunnen nooit opwegen tegen de rechtstreekse mondelinge informatie.

Met de radio kan men om het even wie, om het even waar, selectief oproepen. De berichten zijn rechtstreeks en persoonlijk, de informatie bereikt zonder vertraging degene die moet worden opgeroepen. De moeilijkste operaties kunnen aangevraagd en zeer snel en zonder risico uitgevoerd worden. Een geïsoleerde mijnwerker, behorend tot de veiligheidsdienst of tot een reddingsploeg kan steeds in radiokontakt blijven met een radiostation.

De radio kan dus diensten bewijzen tijdens de voorbereidingswerken, in de schachten en opbraken, in de transportgalerijen, in de pijlers en gedurende de reddingsoperaties.

2. De hoofdreden voor de afwezigheid van de walkie talkies in de mijn is de zeer hoge verzwakking van de radiogolven die opgeslorpt worden door de gesteenten en die niet gemakkelijk de voortplantingshindernissen doordringen, zoals de bochten en de metalen omlijstingen. Bovengronds is het hoofdzakelijk in de verkeersindustrie dat men gelijknamige moeilijkheden ontmoet met de locomotieven van de spoorwegen b.v., verliest men het kontakt wanneer zij zich in de tunnels ofwel op de geëlectrificeerde trajecten bewegen. In deze gevallen neemt men zijn toevlucht tot het plaatsen van geleiders die dienen als golfgeleiders over de lengte van de sporen. Door gebruik te maken van vaste krachtige stations en met talrijke relais, zendt men de radiogeleide golven over de lengte van het spoor en men ontvangt ze op de locomotieven met beweegbare, eveneens sterke stations waarvan de antennes zich niet veel van de golfgeleider verwijderen. Er bestaat een installatie van draadloze telefonie op locomotieven van een geëlectrificeerd vervoernet in de zetel Winterslag van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen.

In de pijlers is het meest uitgewerkte systeem samengesteld uit « Gigaphone » en « Picophone »*. Met de heden ten dage beschikbare uitrustingen, moet men de golfgeleider benaderen om

* Dit jaar laat het CERCHAR een eerste reeks van een versterkte versie bouwen, die X-foons et Y-foons omvat.

des pour pouvoir appeler, de sorte que l'on ne dispose que d'une liberté limitée et l'appel d'un poste mobile n'est pas toujours possible.

3. Il y a quelques années, Inichar s'est donné pour tâche d'étudier d'une manière systématique la propagation des ondes électromagnétiques dans les chantiers souterrains. On a fait un grand nombre d'essais avec du matériel courant et avec du matériel spécial (fig. 1). Des émetteurs-récepteurs Téléchar et Saitfone ont été agréés pour la mine ainsi qu'un ensemble de télécommande MBLE (fig. 2-3). Des câbles bifilaires ont été fabriqués par la Manufacture de Câbles et Caoutchouc d'Eupen pour servir de guides d'ondes lors de l'emploi du Téléchar (fig. 4). Par la suite, et avec l'aide financière de la Commission des Communautés Européennes, on a pu constituer un groupe de chercheurs spécialisés et, avec la collaboration des charbonnages, des carrières souterraines et des grandes firmes, intensifier la recherche (fig. 5, 6, 7) sur la propagation des ondes électromagnétiques dans les cavités souterraines.

te kunnen oproepen, zodat men slechts over een beperkte vrijheid beschikt en zodat de oproep van een beweegbare post niet altijd mogelijk is.

3. Reeds enige jaren geleden heeft Inichar op zich genomen systematisch de voortplanting van de elektromagnetische golven in de ondergrondse werkplaatsen te bestuderen. Men heeft een groot aantal proeven met bestaand materieel en met speciaal materieel uitgevoerd (fig. 1). De zenders-ontvangers Téléchar en Saitfone zijn aangenomen voor de mijnen evenals een geheel van afstandsbediening van MBLE (fig. 2-3). Tweeaderige kabels werden ontworpen door de Manufacture de Câbles et Caoutchouc d'Eupen om te dienen als golfgeleiders gedurende het gebruik van de Téléchar (fig. 4). Daarna, en met de financiële hulp van de Commissie der Europese Gemeenschappen heeft men een groep van gespecialiseerde vorsers kunnen samenstellen en, met de samenwerking van de kolenmijnen, van de ondergrondse steengroeven en van de grote firma's het onderzoek over de voortplanting van de elektromagnetische golven in ondergrondse ruimten kunnen uitbreiden (fig. 5, 6, 7).



Fig. 1.

Emetteurs-récepteurs américains de 5 W de fréquence réglable entre 2 et 15 MHz. Antenne réglable selon la fréquence d'accord. Combiné écouteur-microphone peu sensible aux bruits ambiants.

Amerikaanse zenders-ontvangers van 5 W met regelbare frekwentie tussen 2 en 15 MHz. Regelbare antenne volgens de overeenkomstige frekwentie. Combinatie van koptelefoon-microfoon die weinig gevoelig is voor de omgevende geluiden.

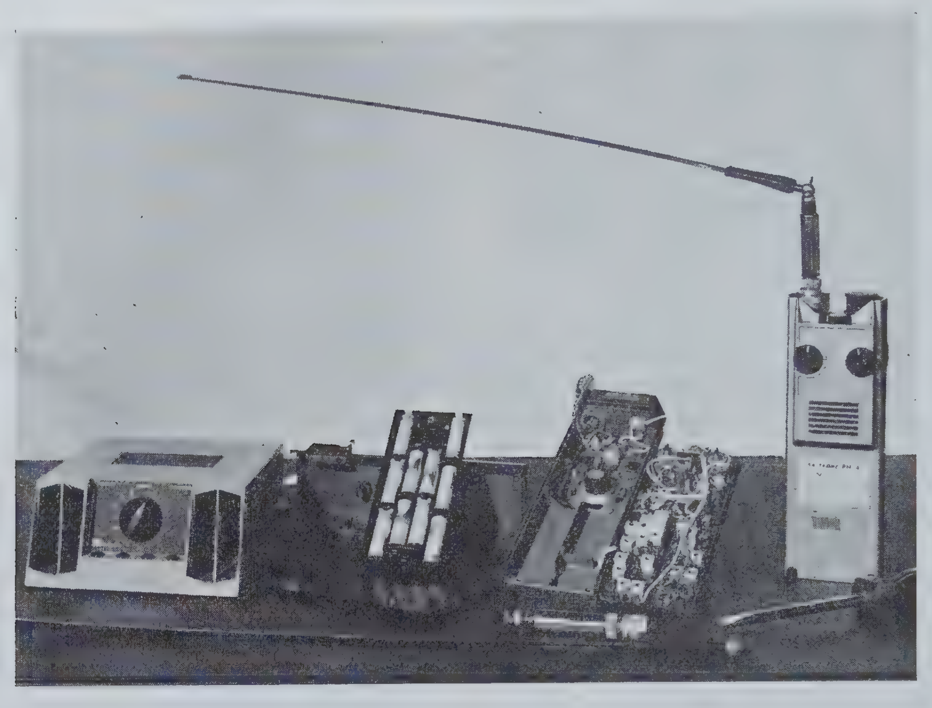


Fig. 2.

Emetteur-récepteur SAITFONE PN 74 agréé pour l'emploi dans des endroits où il y a risque d'inflammation de gaz. Antenne ruban. Piles ou batteries rechargeables (chargeur à gauche). Puissance voisine de 700 mV. Bonne sensibilité. Robustesse remarquable.

Zender-ontvanger SAITFONE PN 74, aangenomen voor het gebruik op plaatsen waar er gevaar voor gasontvlamming bestaat. Lintantenne. Herlaadbare accu's of batterijen (lader links). Vermogen van ongeveer 700 mV. Goede gevoeligheid. Opmerkelijke stevigheid.

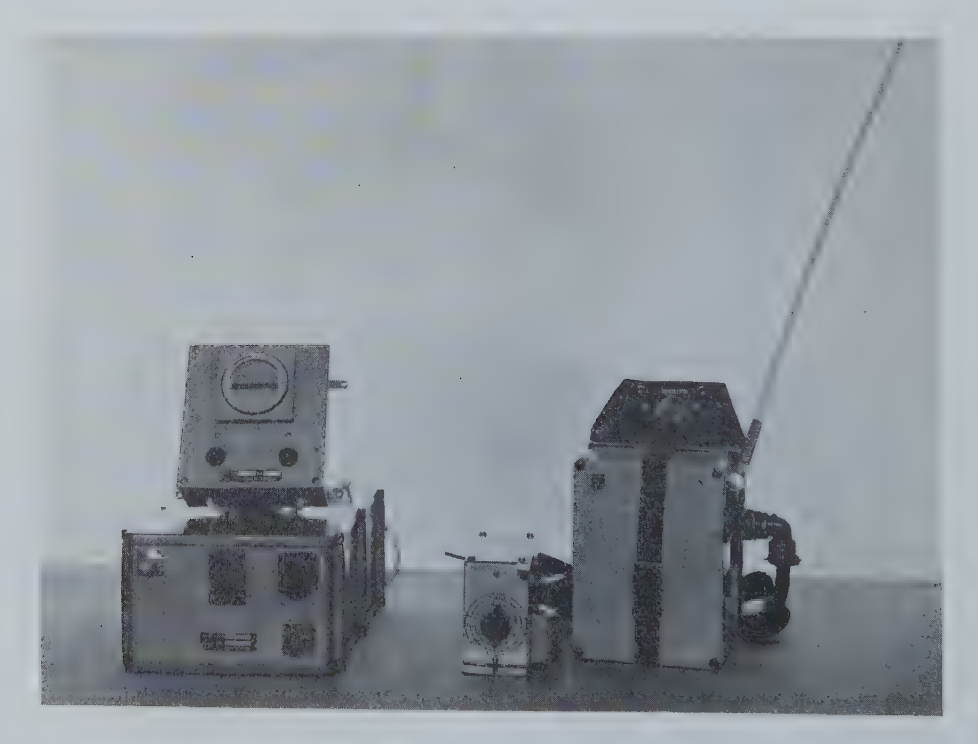


Fig. 3.

Emetteur de télécommande Philips MBLE avec antenne souple (à droite), boîtier de commande (au milieu), récepteur (en bas à droite) et chargeur avec minuterie (sur le récepteur).

Afstandsbedieningszender Philips MBLE met soepele antenne (rechts), bedieningsdoos (midden), ontvanger (beneden rechts) en lader met minuutwijzer (op de ontvanger).

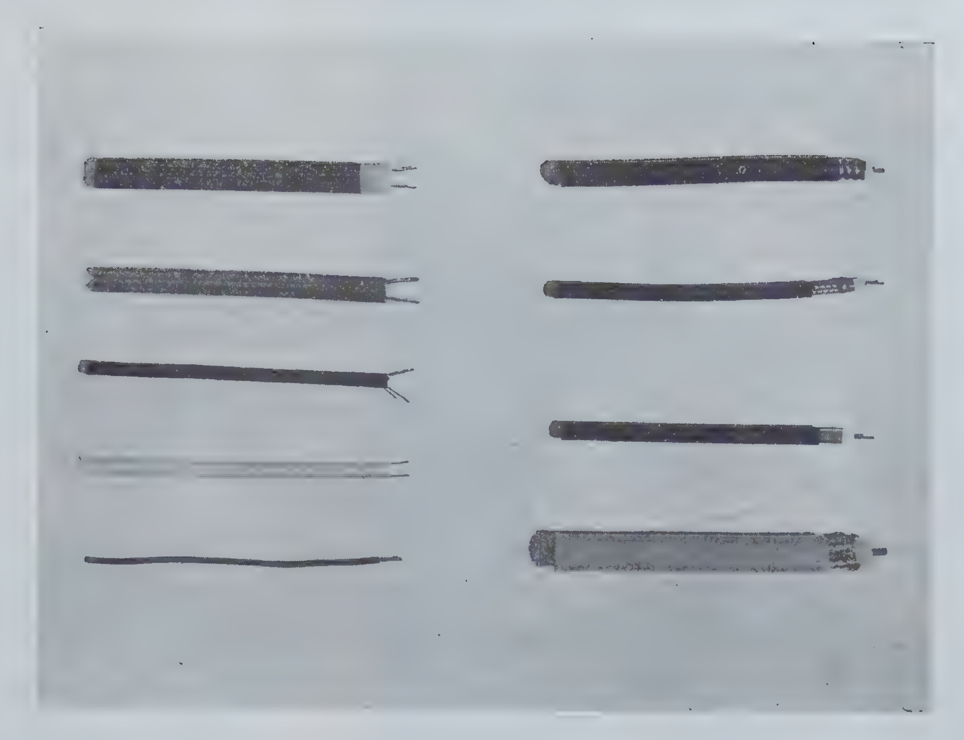


Fig. 4.

Câbles utilisés comme guides d'ondes :
— bifilaires côte à côte et monofilaire (à gauche),
— coaxiaux à conducteur extérieur fermé ou à tresse (à droite).

Kabels, gebruikt als golfgeleiders :
— tweeaderige, « zij aan zij », en éénaderige (links),
— coaxiale met langs buiten gesloten geleider of met vlecht (rechts).

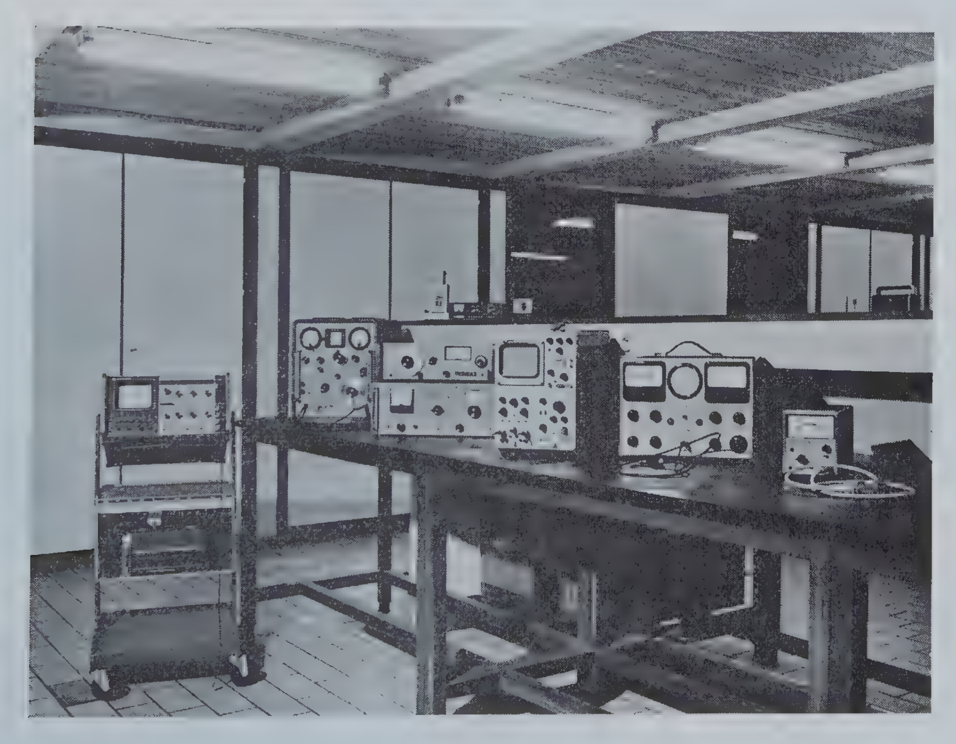


Fig. 5.

Vue partielle du matériel de laboratoire POE (propagation des ondes électromagnétiques).
Sur le chariot : analyseur de spectre et camera polaroïd.
Sur la table : générateur haute fréquence, générateur basse fréquence posé sur l'amplificateur de puissance haute fréquence, oscilloscope, voltmètre, hétérodyne et wattmètre.
Sur la tablette : grid dip meter, reflected power meter et atténuateur.

Gedeeltelijk gezicht van het POE-laboratoriummateriaal (propaganda ter ontwikkeling der elektronica).
Op de wagen : spectrumanalysator en polaroïd-camera.
Op de tafel : generator van hoge frekwentie, generator van lage frekwentie, geplaatst op de versterker, met hoog frekwentievermogen, oscilloscoop, heterodyne voltmeter en wattmeter.
Op het tafeltje : grid dip meter, reflected power meter en toestel voor het verzwakken van een lijn.



Fig. 6.

Vue partielle du matériel
de laboratoire POE :

Générateur haute fréquence à tension constante, émetteur-récepteur 27 MHz, millivoltmètre électronique devant un oscilloscope portable, pont universel autonome.

Gedeeltelijk gezicht van het
POE-laboratoriummateriaal :

Generator van hoge frekwentie met constante spanning, zender-ontvangen 27 MHz, elektronische millivoltmeter voor een draagbare oscilloscoop, autonome universele brug.





Fig. 7.

Vue partielle du matériel
de laboratoire POE :

Sur la table : Q-mètre, vérificateur de câble autonome, voltmètre, chargeur de batterie.
Sur la tablette : mesureur de champ, selfs étalons.

Gedeeltelijk gezicht van het
POE-laboratoriummateriaal :

Op de tafel : Q-meter, autonome kabelcontroleur, voltmeter, batterijlader.
Op het tafeltje : veldmeter, reactantie-elementen.

Il faut considérer distinctement (fig. 8) :

— les tunnels de liaison entre deux vallées larges (a),
— les tunnels en cul-de-sac dans un massif rocheux (b),
— les tunnels sous le niveau du sol (c),
— les carrières souterraines (d),
— les puits de mine et les gouffres (e, f),
— les galeries situées à grande profondeur (g),
— les longues tailles des mines profondes (h).

Men moet verschillende gevallen onderscheiden (fig. 8) :

— de verbindingstunnels tussen twee wijde valleien (a),
— de doodlopende gangen in het gebergte (b),
— de ondergrondse tunnels (c),
— de ondergrondse groeven (d),
— de mijnschachten en de afgronden (e, f),
— de galerijen, gelegen op grote diepte (g),
— de lange pijlers van de diepe mijnen (h).

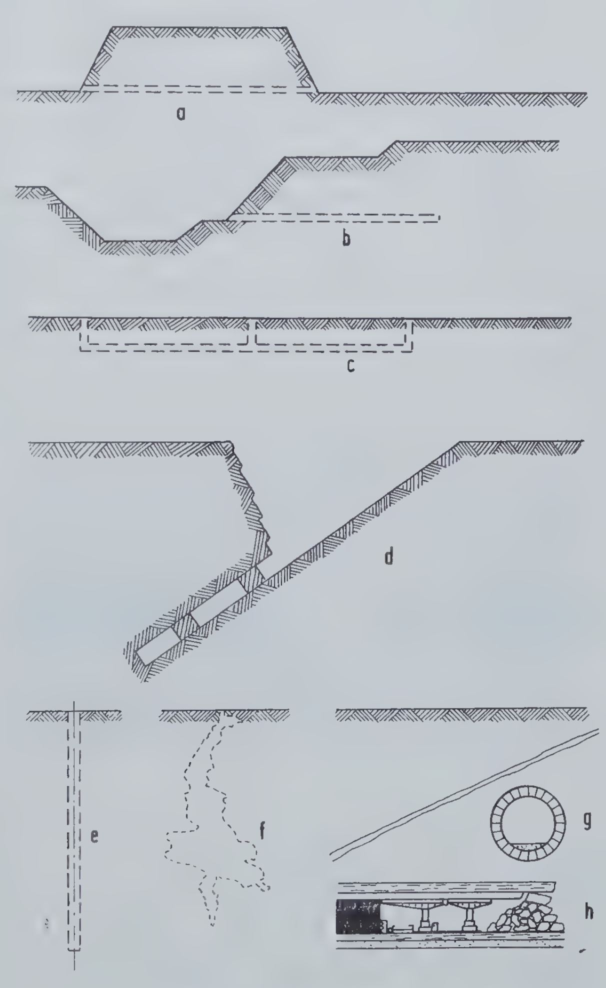


Fig. 8.

Cavités souterraines de divers types.
Ondergrondse holten van verschillend type.

Sur terrain plat et découvert, une onde radio se propage de manière égale dans tout l'« hémisphère » aérien qui environne l'antenne émettrice. L'énergie est dissipée dans un « demi-espace » limité par le «plan» de sol (fig. 9).

Op vlak en naakt terrein, plant een radiogolf zich gelijkmatig voort in het « halfrond » dat de zender-antenne omgeeft. De energie wordt uitgestraald in een « halve ruimte », beperkt door het grondplan (fig. 9).

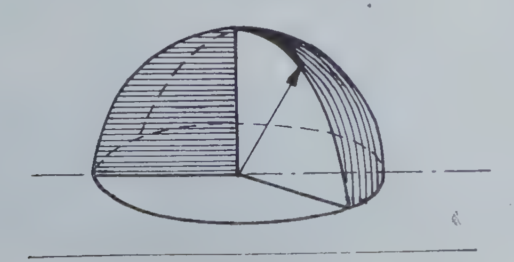


Fig. 9.

Dissipation dans un demi-espace.
Uitstraling in een « halve-ruimte ».

Dans une galerie, la propagation résulte de la combinaison de plusieurs modes de propagation, à savoir:

1°) la propagation libre rayonnée par une antenne omnidirectionnelle ou par une antenne directionnelle;
2°) la propagation entre plans parallèles (effet sandwich) (fig. 10);
3°) la propagation « cylindrique » due à la forme tubulaire des galeries;
4°) la propagation le long du conducteur d'ondes existant ou placé dans la galerie;
5°) la propagation par l'effet coaxial résultant de l'existence simultanée d'un conducteur et des parois de la galerie. En général, on est loin du cas idéal parce que le guide d'onde est décentré, la section n'est pas circulaire, la paroi n'est pas lisse et des obstacles modifient la symétrie de la section (fig. 11).
6°) la propagation par réflexion et par diffraction (fig. 12);
7°) la propagation par traversée des terrains.

In een galerij is de voorplanting het resultaat van de combinatie van verschillende voortplantingswijzen, namelijk :

1°) De vrije voortplanting, uitgestraald door een « omni-directionele » antenne ofwel een « directionele »;
2°) De voortplanting tussen parallelle vlakken (sandwich-effect) (fig. 10);
3°) De « cylindrische » voortplanting, te wijten aan de buisvormige galerijen;
4°) De voortplanting langs een bestaande of geplaatste golfgeleider in een galerij;
5°) De voortplanting door het coaxiale effekt, dat voortvloeit uit het gelijktijdig bestaan van een geleider en van de wanden der galerij. In het algemeen is men ver van het ideale geval omdat de golfgeleider excentrisch is, de sectie niet cirkelvormig is, de wand niet glad is en omdat de hindernissen de symmetrie van de sectie wijzigen (fig. 11).
6°) De voortplanting door weerkaatsing en breking (fig. 12);
7°) De voortplanting doorheen de gesteenten.

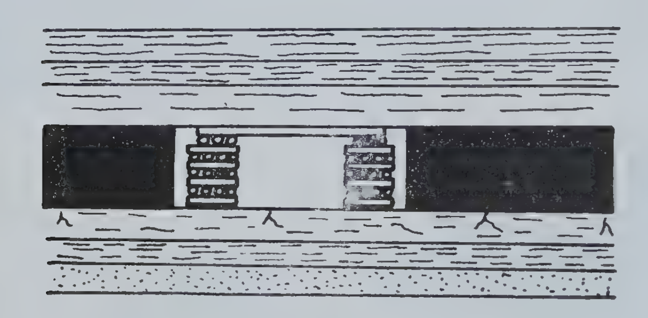


Fig. 10.

Propagation entre plans parallèles.
Voortplanting tussen parallelle plannen.

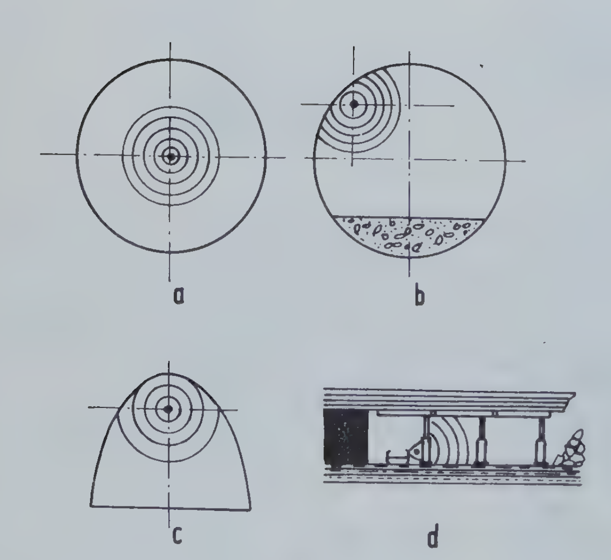


Fig. 11.

Propagation coaxiale parfaite (a) et tronquée (b, c, d).
Voltooide (a) en afgeknotte (b, c, d) coaxiale voortplanting.

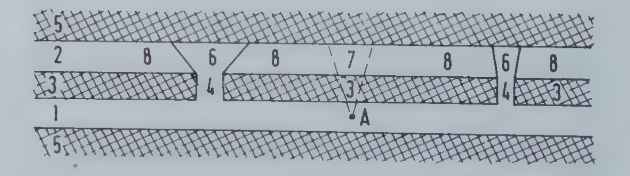


Fig. 12.

Propagation par diffraction (4-6) à l'emplacement d'une recoupe entre deux galeries et par traversée des terrains (A-3-7) d'un pilier minier entre galeries proches.

Voortplanting door buiging (4-6) bij de plaatsing van een verbinding tussen twee galerijen en door het doorheen gaan van de gesteenten (A-3-7) van een mijnpijler tussen naast elkaar gelegen galerijen.

Dans une galerie creusée au rocher sans armement d'aucune sorte, la propagation libre est généralement limitée à une courte distance. Cette distance ne dépasse guère 20 m avec les walkies-talkies, les plus fréquents travaillant à 27 MHz. Les fréquences plus élevées portent plus loin, mais prennent difficilement les tournants et la communication entre deux correspondants peut être interrompue par le passage d'un homme entre les deux émetteurs-récepteurs.

Dans les galeries d'exploitation, il y a généralement des tuyauteries et des câbles qui facilitent un peu la propagation, mais il y a surtout des cadres de soutènement métalliques et divers objets métalliques, tels que les wagons de mine, qui contrarient la propagation.

Dans tous les cas, on a constaté qu'il y a intérêt à placer des guides d'ondes spéciaux dans les galeries de mine où les rayons de courbure sont souvent très courts, l'absorption est importante, les bruits ambiants et les parasites sont gênants, la distance entre les antennes et les porteurs d'ondes varie constamment, les antennes doivent être peu encombrantes et de préférence non saillantes, le matériel est soumis à des contraintes mécaniques très sévères, l'humidité et l'empoussièrement atteignent des taux élevés, etc.

Nous distinguons trois systèmes de guides d'ondes (fig. 13).

1°) Les systèmes à un câble conducteur ou systèmes monofilaires (a).

2°) Les systèmes à deux conducteurs que l'on peut subdiviser en
   - un système à conducteurs côte à côte (b),
   - un système à 2 câbles suspendus aux parois opposées (c) et
   - un système à conducteurs coaxiaux (d).

3°) Les systèmes à plus de deux conducteurs (e).

La ligne monofilaire se caractérise par une intense radiation d'énergie; il en résulte une atténuation importante de l'onde guidée, spéciale-

De vrije voortplanting is over het algemeen beperkt tot een korte afstand in een galerij zonder enige uitrusting, die in het gesteente is gedolven. Deze afstand overschrijdt 20 m niet met de walkie talkies, waarvan de meeste werken op 27 MHz. De hogere frequenties dragen verder, maar nemen moeilijk de bochten en de verbinding tussen twee operatoren kan onderbroken worden door het voorbijgaan van een mens tussen de zenders-ontvangers.

In de wingalerijen zijn er over het algemeen buizen en kabels die de voortplanting een weinig vergemakkelijken, maar er zijn vooral metalen ondersteuningsramen en verschillende metalen voorwerpen, zoals de mijnwagens, die de voortplanting tegenwerken.

In alle gevallen heeft men vastgesteld dat men er belang bij heeft speciale golfgeleiders in de mijngalerijen te plaatsen waar de krommingsstralen vaak zeer kort zijn, de absorptie aanzienlijk, het omgevingsgeluid en de storingen hinderlijk zijn, de afstand tussen de antennes en de golfdragers steeds veranderlijk, de antennes klein moeten zijn en bij voorkeur niet mogen uitsteken, het materieel onderworpen wordt aan zeer hoge mechanische belastingen, de vochtigheid en het stofgehalte hoge waarden bereiken, enz...

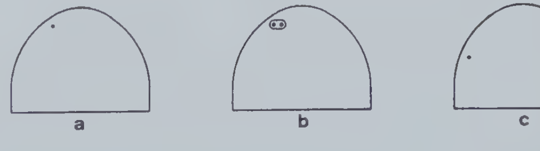
Wij onderscheiden drie golfgeleiders-systemen (fig. 13).

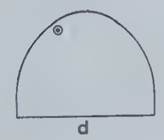
1°) De systemen met één geleider, éénaderige systeem genoemd (a).

2°) De systemen met twee geleiders die men kan onderverdelen in :
   - een systeem met zij-aan-zij-geleiders (b),
   - een systeem met twee kabels, opgehangen aan de tegenover elkaar liggende wanden (c), en
   - een systeem met coaxiale geleiders (d).

3°) De systemen met meer dan twee geleiders (e).

De éénaderige lijn wordt gekenmerkt door een intense energieuitstraling; daaruit volgt een belangrijke verzwakking van de geleide golf,





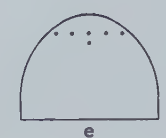


Fig. 13.

Systèmes de guides d'ondes : (a) monofilaire, (b) bifilaire « côte à côte », (c) à deux câbles opposés, (d) à conducteur coaxial, (e) à plus de deux conducteurs.

Golfgeleiderssystemen : (a) éénaderig, (b) tweeaderig « zij-aan-zij », (c) met twee tegengestelde kabels, (d) met coaxiale geleider, (e) met meer dan twee geleiders.

ment lorsque l'on ne peut éviter la proximité de matériaux imparfaitement conducteurs. La ligne bifilaire dont les deux conducteurs sont séparés d'une petite fraction de longueur d'onde se comporte comme une ligne monofilaire lorsqu'elle est excitée par une antenne. Les courants dans les deux conducteurs restent pratiquement en phase lorsque la ligne est éloignée des parois. Quand la ligne est posée contre une des parois, on observe des variations importantes des phases et des amplitudes des courants circulant sur les deux conducteurs. Il apparaît dès lors un nouveau mode de propagation pour lequel les courants sont déphasés et que nous appelons « mode bifilaire ». L'atténuation d'une ligne travaillant en bifilaire est nettement plus faible que l'atténuation d'une ligne travaillant en monofilaire. C'est ce qui explique que l'on ait pu constater de meilleures propagations avec un fil bifilaire posé sur le sol qu'avec un fil monofilaire posé sur le sol.

vooral wanneer men niet kan voorkomen dat er zich onvolmaakt geleidende materialen in de nabijheid bevinden. De tweeaderige lijn, waarvan de twee geleiders van elkaar gescheiden worden door een afstand die overeenkomt met een kleine fractie van de golflengte, gedraagt zich gelijk een éénaderige lijn wanneer zij opgewekt wordt door een antenne. De stromen in de twee geleiders blijven praktisch in faze wanneer de lijn ver van de wanden hangt. Zodra de lijn tegen één der wanden gehangen wordt, ziet men belangrijke veranderingen optreden in de fazen en in de amplituden van de stromen die beide geleiders doorlopen. Hier verschijnt dus een nieuwe voortplantingswijze waarin de stromen gedefaseerd zijn en welke wij « tweeaderige wijze » noemen. De verzwakking van een lijn, werkend als tweeaderige, is duidelijk kleiner dan de verzwakking van een lijn, werkende als eenaderige. Dit legt uit waarom men betere voortplantingen kan vaststellen met een tweeaderige lijn, die op de grond is geplaatst, dan met een éénaderige, die op de grond is geplaatst.

Puisque l'émetteur excite essentiellement le mode monofilaire, il y a donc intérêt à convertir la majeure partie de l'onde qui se propage selon ce mode en onde guidée selon le mode bifilaire. On peut provoquer artificiellement les changements de mode, soit en augmentant la capacité d'un des conducteurs, soit en retardant d'une demi-période le courant dans un des conducteurs. Nous étudions en ce moment divers dispositifs grâce auxquels on pourrait régler la part de propagation de type monofilaire et la part de type bifilaire.

Lorsqu'on emploie des lignes monofilaires ou bifilaires, on constate quelquefois qu'il y a des ventres et des nœuds de courant et par conséquent des endroits privilégiés et d'autres défavorisés en ce qui concerne la transmission des ondes. Ces endroits ne sont pas toujours prédéterminables; ils peuvent varier en fonction de la position des émetteurs mobiles.

Dès lors, il était intéressant d'étudier l'emploi de longueurs d'ondes relativement grandes et de lignes de longueur inférieure à $\lambda/2$ (fig. 14).

Si on place le long des parois d'une galerie deux câbles parallèles opposés excités d'un côté par un émetteur, on a constitué un doublet A équivalent à un circuit oscillant en série qui présente un courant intéressant dans sa première partie. On a pu démontrer et vérifier dans la pratique qu'il y a intérêt à remplacer la seconde partie par un condensateur C. Celui-ci est ajusté de telle manière que l'ensemble du doublet tronqué repéré B résonne sur la même fréquence que celle du doublet repéré A. Les valeurs de champ mesurées sont supérieures à celles d'origine. Le cou-

Aangezien de zender hoofdzakelijk de éénaderige werking veroorzaakt, heeft men er dus belang bij het grootste gedeelte van de golf, die zich op die wijze voortplant, om te zetten in een golf die volgens de tweeaderige wijze wordt geleid. Men kan de omzetting kunstmatig in de hand werken, hetzij door een verhoging van de capaciteit van één der geleiders, hetzij door het vertragen over een halve periode van de stroom in één der geleiders. Wij bestuderen op dit ogenblik verschillende apparaten waardoor men een deel van de voortplanting van het éénaderige type en een deel van het tweeaderige type zou kunnen regelen.

Wanneer men éénaderige of tweeaderige lijnen gebruikt, bemerkt men soms stroomknoppen en -buiken en bijgevolg zijn er plaatsen bevoordeeld en andere benadeeld wat betreft de voortplanting der golven. Deze plaatsen zijn niet steeds vooraf aan te duiden; zij kunnen veranderen in functie van de plaats der beweegbare zenders.

Daaruit volgt dat het interessant is het gebruik van betrekkelijk lange golven en van lijnen die korter zijn dan $\lambda/2$ te bestuderen (fig. 14).

Indien men langs de tegenoverliggende wanden van een galerij twee kabels ophangt en ze met een zender opwekt langs ene zijde, heeft men een open lus A samengesteld, gelijkwaardig met een oscillerende serieketen en die een interessante stroom bezit in het allereerste gedeelte. Men heeft kunnen aantonen en in de praktijk kunnen nagaan dat men er belang bij heeft het tweede gedeelte te vervangen door een condensator C. Deze wordt zo afgesteld dat het geheel van de afgeknotte lus, aangeduid door B, resonneert op dezelfde frequentie als die van de door A aange-

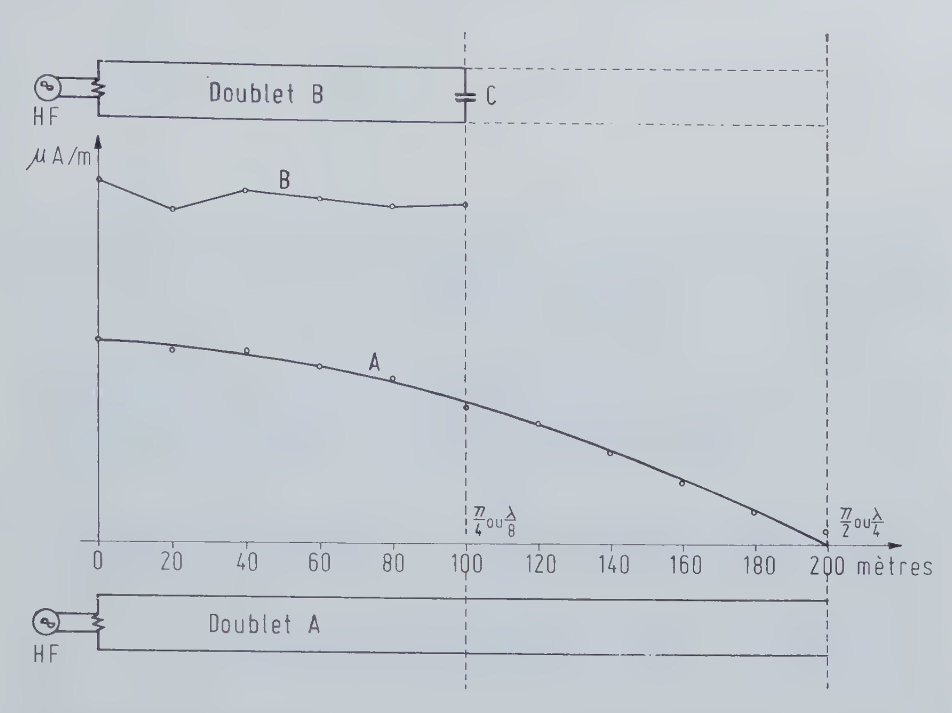


Fig. 14.

Distribution du champ magnétique le long des doublets installés en galeries à la fréquence de 300 kHz. (A) doublet normal λ/4 ouvert. (B) doublet tronqué λ/8 complété par un condensateur de valeur appropriée.

Verdeling van het magnetisch veld langs de lussen, geïnstalleerd in de galerijen met een frekwentie van 300 kHz. (A) normale lus λ/4, open. (B) afgeknotte lus λ/8, aangevuld met een condensator van aangepaste waarde.

plage magnétique est excellent. A la fréquence de 225 kHz et avec une puissance d'émission très faible de 2 mW, on a mesuré dans la galerie du Crachet un signal confortable et constant supérieur au mV par mètre sur 1.300 m de distance, alors que, à la surface et sans guide d'ondes, la portée de l'émetteur ne dépasse pas quelques mètres. Ce système extrêmement prometteur fait en ce moment l'objet d'une étude très approfondie.

Dans certains cas difficiles comme celui des longues tailles, il n'est pas pensable de placer deux câbles opposés. Les câbles guides ne peuvent guère qu'être attachés au convoyeur blindé. Dans de telles circonstances, l'atténuation des signaux propagés le long du guide d'onde est très rapide.

On peut y remédier en choisissant comme guide d'ondes un câble coaxial et en s'arrangeant pour que la propagation de l'énergie électromagnétique se fasse pour une grande part sur le conducteur central de ce câble à l'abri de tous les aléas propres à l'environnement. Il faut qu'à travers une antenne placée sur le câble, l'émetteur puisse induire une onde à l'intérieur de celui-ci. Aux endroits où on le souhaite, on insère des dispositifs re-rayonnant une petite fraction de cette onde

duide lus. De waarden van de gemeten veldsterkte zijn hoger dan deze bij de oorsprong. De magnetische koppeling is uitstekend. Op de frequentie van 225 kHz en met een zeer zwak zendvermogen van 2 mW, heeft men in de galerij van Crachet een behoorlijk en constant signaal gemeten, groter dan de mV per meter op een afstand van 1.300 m, terwijl het bereik van het zendapparaat op de bovengrond en zonder golfgeleider slechts enkele meters bedraagt. Dit uitzonderlijk veelbelovend systeem maakt op dit ogenblik het voorwerp uit van een zeer diepgaande studie.

In sommige moeilijke gevallen zoals de lange pijlers, is het niet denkbaar twee kabels tegenover elkaar te plaatsen. De golfgeleiders kunnen alleen aan de pantsertransporteur vastgemaakt worden. In die omstandigheden is de verzwakking van de voortgeplante signalen langs de golfgeleiders zeer snel.

Men kan hieraan verhelpen door een coaxiale kabel als golfgeleider te kiezen en zodanig te schikken dat de elektromagnetische energie zich grotendeels in de centrale geleider van die kabel voortplant, beschut tegen alle hinderpalen die in een omgeving aanwezig zijn. De zendpost moet langs een antenne, die op de kabel geplaatst wordt, een golf kunnen invoeren naar het inwendige ervan. Op de plaatsen waar men het wenst, schakelt men apparaten in, die een kleine fractie

afin qu'elle puisse être reçue par des récepteurs se trouvant dans la zone d'action de ces dispositifs rayonnants (fig. 15).

van deze golf kan uitzenden, zodat zij kan opgevangen worden door ontvangers die zich in de werkingszone van deze straaltoestellen bevinden (fig. 15).

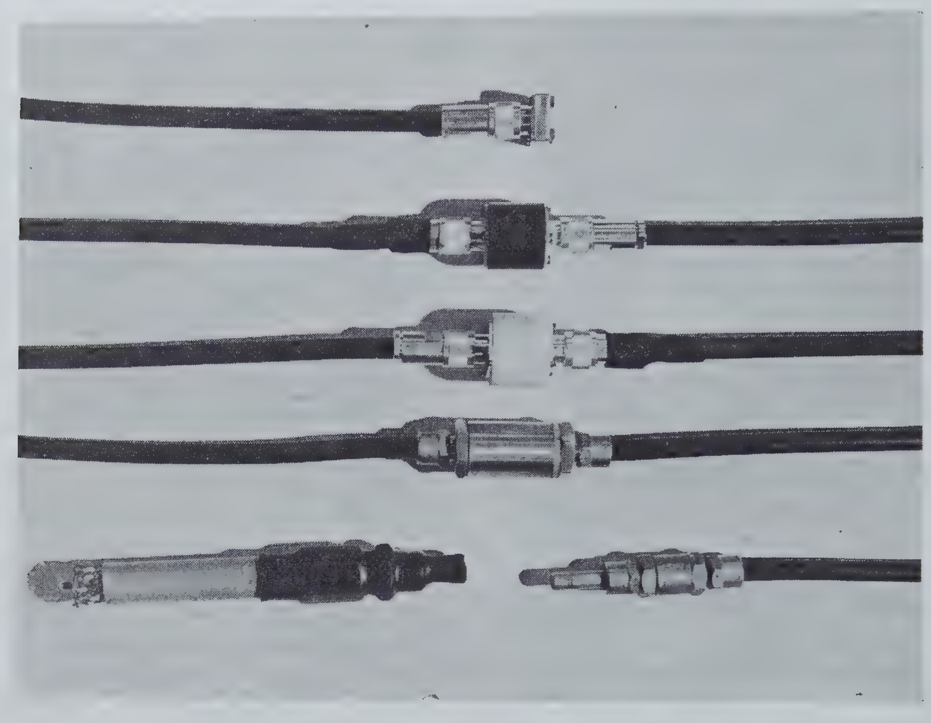


Fig. 15.
Dispositifs rayonnants, raccords et charges de fin de ligne.
Straaltoestellen, koppelstukken en eindelijnbelastingen.

M. Delogne a calculé les caractéristiques à donner à ces dispositifs rayonnants pour obtenir à l'extérieur du câble guide d'ondes, non seulement des ondes de rayonnement se propageant radialement, mais également des ondes guidées plus ou moins concentrées autour du câble (fig. 16). Le système a été breveté par l'Institut National des Industries Extractives.

L'intérêt, pour les mines, est qu'il peut être immédiatement utilisé avec un appareillage de sécurité intrinsèque.

De H. Delogne heeft de karakteristieken berekend die aan deze stralingsapparaten moeten worden gegeven om buiten de golfgeleidingskabel niet alleen stralingsgolven die zich radiaal voortplanten, te bekomen, maar ook golven min of meer concentrisch rondom de kabel gelegen. Het systeem werd gepatenteerd door het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven.

Het voordeel voor de mijnen is dat het onmiddellijk kan gebruikt worden met een apparatuur die intrinsiek veilig is.

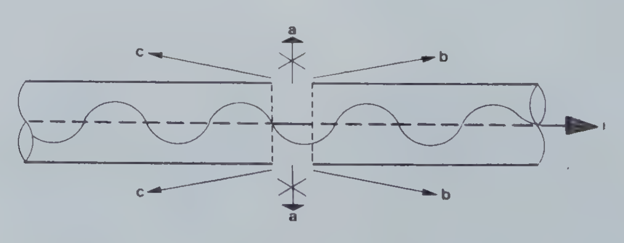


Fig. 16.
Propagation des ondes à l'emplacement d'un dispositif rayonnant.
Voortplanting van de golven bij de plaatsing van een straaltoestel.

4. *Caractéristiques des émetteurs-récepteurs*

Les émetteurs-récepteurs doivent avoir nécessairement une bonne sensibilité au champ électromagnétique et des microphones insensibles aux bruits ambiants. Il n'est pas nécessaire de faire appel à des puissances élevées et on est d'ailleurs limité par le souci de rendre les appareils aussi portables que possible. Le choix de la fréquence dépendra notamment des circonstances et du système de guide d'ondes utilisé. A fréquence trop basse (en dessous de 100 kHz), on est gêné par les parasites; à fréquence trop élevée (450 MHz), on est gêné par les obstacles à la propagation. Avec le système INIEX/Dubois, les limites paraissent être 200 kHz et 2 MHz. Avec le câble bifilaire, on a obtenu de bons résultats en travaillant à des fréquences plus élevées, mais inférieures à 80 MHz. Les premières expériences avec le système INIEX/Delogne nous indiquent que l'on pourra utiliser les fréquences habituellement autorisées de 27, 41-45 et 68-87,5 MHz pour les télécommunications et 30 MHz pour la télécommande sans que ceci ne constitue une limitation.

5. Au moment de conclure, nous voulons rappeler que la présence d'un câble guide d'ondes ne signifie pas que les communications sont interrompues en cas de rupture du câble. Nous avons maintes fois contrôlé que les ondes sont capables de se propager d'un côté à l'autre d'une rupture accidentelle.

Dans certains cas particuliers, on peut raccorder galvaniquement un émetteur-récepteur au câble guide d'ondes. Ceci concerne, par exemple, le machiniste d'extraction ou l'ingénieur d'exploitation, mais une telle liaison n'est ni nécessaire ni habituelle. En principe, il n'y a pas de liaison physique entre l'émetteur, le récepteur et le guide d'ondes.

Un seul câble suffit pour le transport de centaines de signaux.

Nous pouvons donc annoncer que :

1°) Grâce aux progrès techniques récents, il est dorénavant possible d'utiliser la radio dans la mine pour les télécommunications, la télésignalisation et la télécommande.
Dans les galeries et pour autant que l'on recoure à des guides d'ondes, la portée des émetteurs dépasse de loin leur portée à l'air libre. Avec les systèmes INIEX, ce succès est obtenu sans relais ni amplificateur de ligne.

2°) Plusieurs systèmes de guides d'ondes sont disponibles. Leurs champs d'applications sont différents, mais ont des domaines communs.

4. *Karakteristieken van de zenders-ontvangers*

De zenders-ontvangers moeten noodzakelijk een goede gevoeligheid bezitten voor het elektromagnetisch veld en ongevoelige microfonen voor de omgevende geluiden. Het is niet noodzakelijk beroep te doen op grote vermogens en men is tevens beperkt door de zorg de apparaten zo draagbaar mogelijk te maken. De keuze van de frequentie zal vooral afhangen van de omstandigheden en van het gebruikte golfgeleidersysteem. Wanneer men een te lage frequentie gebruikt, (onder de 100 kHz) wordt men gehinderd door de storingen; wanneer men een te hoge frequentie gebruikt (450 MHz), wordt men door de belemmeringen voor de voortplanting gehinderd. Met het systeem NIEB/Dubois zijn de bruikbare frequenties gelegen tussen 200 kHz en 2 MHz. Met de tweeaderige kabel heeft men goede resultaten bekomen, werkend met hogere frekuenties, maar kleiner dan 80 MHz. De eerste proeven met het systeem NIEB/Delogne tonen aan dat men de gewoonlijk toegelaten frequenties van 27, 41-45 en 68-87,5 MHz voor de telecommunicaties kan gebruiken en 30 MHz voor de afstandsbediening, zonder een beperking uit te maken.

5. Vooraleer te besluiten, willen wij eraan herinneren dat de aanwezigheid van een golfgeleider niet betekent dat de communicaties onderbroken worden in geval van kabelbreuk. Wij hebben dikwijls gecontroleerd of de golven bekwaam zijn zich voort te planten van de ene zijde naar de andere bij een accidentele breuk.

In sommige bijzondere gevallen, kan men een zender-ontvanger galvanisch koppelen met de golfgeleider. Dit gaat, bijvoorbeeld, de bestuurder van de ophaalmachine of een ontginningsingenieur aan, maar zulk een koppeling is niet noodzakelijk, noch gangbaar. In princiep, is er geen uiterlijke koppeling tussen de zender, de ontvanger en de golfgeleider.

Een enkele kabel volstaat voor het transport van honderden signalen.

We kunnen dus melden dat :

1°) Dank zij de nieuwe technische vooruitgang het voortaan mogelijk is, voor de telecommunicaties, de telesignalisatie en de afstandsbediening, de radio in de mijn te gebruiken.
In de galerijen en voor zover wij tot golfgeleiders onze toevlucht nemen, zal het bereik van de zenders hun bereik in de vrije lucht ver overschrijden. Met de systemen NIEB wordt dit succes zonder relais noch lijnversterker bereikt.

2°) Verscheidene systemen van golfgeleiders zijn beschikbaar. Hun toepassingsveld is verschillend maar ze hebben gemeenschappelijke

Des associations de systèmes peuvent être envisagées.

3°) Pour certains systèmes, la recherche doit être poursuivie tant en ce qui concerne les guides d'ondes que les émetteurs-récepteurs. Le moment est venu pour les utilisateurs de la radio de faire connaître leurs exigences et leurs desiderata.

4°) Pour le système breveté INIEX/Delogne, nous en sommes déjà à l'époque des réalisations expérimentales; on passera bientôt au stade des prototypes industriels.

domeinen. Verenigingen van systemen kunnen overwogen worden.

3°) Voor sommige systemen moet de opzoeking voortgezet worden, zowel wat de golfgeleiders als de zenders-ontvangers betreft. Het ogenblik is gekomen voor de gebruikers van de radio, hun eisen en verlangens kenbaar te maken.

4°) Voor het geoctrooieerde systeem NIEB/Delogne zijn we reeds in de tijd van de proefondervindelijke uitvoeringen. Weldra zal men tot het stadium van de industriële prototypes overgaan.

Système breveté INIEX/Delogne

Gebrevetteerd systeem NIEB/Delogne

P. DELOGNE *

Il a souvent été constaté qu'une ligne bifilaire placée contre la paroi d'une galerie devient presque inopérante. Ceci s'explique aisément par le fait que, dans un tel cas, les lignes de champ électrique et magnétique sont pour la plupart concentrées entre la ligne et la paroi. L'antenne d'un poste de radio placé au milieu de la galerie n'est que faiblement couplée à la ligne. En outre, la paroi provoque un affaiblissement important des ondes guidées par la ligne.

Mais il existe des applications dans lesquelles une telle position de la ligne est la seule possible, par exemple dans les tailles. Dans de tels cas, il serait utile que l'énergie électromagnétique se propage à l'intérieur d'un câble coaxial, avec des pertes assez faibles et d'une manière tout à fait indépendante des caractéristiques de la galerie. Evidemment, le but étant de fournir des liaisons à des appareils de radio mobiles dans la galerie, il faut disposer le long du câble, à intervalles réguliers, des antennes par lesquelles l'énergie rayonnée par les émetteurs puisse entrer dans le câble et par lesquelles elle puisse sortir pour exciter les récepteurs. En application du théorème de réciprocité, une même antenne remplit ces deux fonctions.

Les antennes qui ont été mises au point consistent essentiellement en une interruption du conducteur extérieur du câble. Si l'on ne prend pas de précaution, de telles coupures perturbent gravement la propagation à l'intérieur du câble; on a éliminé ce défaut en plaçant entre les deux por-

Er werd dikwijls vastgesteld dat een tweedraadlijn die dicht tegen de wand van een galerij gehangen wordt ondoeltreffend is. Dit wordt gemakkelijk uitgelegd door het feit dat de elektrische en magnetische veldlijnen in dat geval meestal gekoncentreerd zijn tussen de lijn en de muur. De antenne van een radiopost in het midden van galerij is dan slechts zwak gekoppeld met de lijn. Bovendien brengt de nabijheid van de wand een belangrijke verzwakking van de geleide golven mee.

Er bestaan nochtans toepassingen waarbij een dergelijke ligging van de lijn de enige mogelijke is, namelijk in de peilers. In die gevallen zou het nuttig zijn dat de elektromagnetische energie zich binnen een koaxiale kabel voortplant, dus met geringe verliezen en volledig onafhankelijk van de eigenschappen van de galerij. Natuurlijk, met het doel zijnde verbindingen te verschaffen aan radiotoestellen die zich in de galerij verplaatsen, moet men op regelmatige afstanden antennes op de kabel verbinden waardoor de gestraalde energie van de zenders binnen de kabel kan geraken en ook naar de ontvangers kan uittreden. Als gevolg van het reciprociteitstheorema kan eenzelfde antenne die twee funkties vervullen.

De antennes die gebouwd werden bestaan hoofdzakelijk in een onderbreking van de uitwendige geleider van de kabel. Zonder speciale voorzorgen storen die onderbrekingen de voortplanting van de golven in de kabel; met behulp van een geschikte kondensator tussen de twee helften van de uitwendige geleider evenals van een zelf-

* Docteur en Sciences Appliquées,
Avenue du 11e Zouave, 33 — 1342 LIMELETTE.

Doctor in de Toegepaste Wetenschappen,
Avenue du 11e Zouave, 33 — 1342 LIMELETTE.

tions du conducteur extérieur une capacité de valeur convenable, de même qu'une bobine de self-induction en série avec le conducteur intérieur. La détermination de ces éléments n'a été possible qu'après une étude théorique et expérimentale complète de la coupure.

Ces antennes, qui ont la forme d'un connecteur, ne prennent pratiquement pas de place. Elles ont en outre des propriétés électriques idéales pour l'utilisation dans une galerie.

Considérons un signal se propageant à l'intérieur du câble. Une partie importante de l'énergie incidente est transmise au-delà de l'antenne, une fraction minime est réfléchie à l'intérieur du câble et le reste sort par la coupure. Cette dernière portion se décompose elle-même en deux parties.

La première est rayonnée radialement à partir de l'antenne dans toutes les directions, à la manière d'une antenne classique. La répartition du flux rayonné n'est cependant pas uniforme mais favorise les directions voisines de l'axe du câble; plus précisément, pour un angle de quelque 10° par rapport à cet axe, on obtient un gain de 10 dB environ par rapport à la répartition uniforme. Une telle caractéristique est évidemment très intéressante pour l'utilisation dans une galerie. Ce type d'onde doit être utilisé lorsque le câble doit être placé contre la paroi et il faut alors raccorder les antennes à des intervalles assez faibles, par exemple tous les 20 m.

La deuxième partie de l'énergie qui sort par la coupure du conducteur extérieur se répartit en deux ondes de même amplitude qui sont guidées le long de la surface extérieure du câble. Ces ondes, suivant la fréquence, les dimensions de la galerie et les caractéristiques du câble, sont des ondes du type coaxial entre le conducteur extérieur et la paroi de la galerie ou des ondes de Goubau dues au revêtement diélectrique du conducteur extérieur et ayant une plus ou moins grande concentration autour du câble.

Ces ondes guidées ne peuvent être utilisées que si le câble est posé à une certaine distance des parois, faute de quoi les effets néfastes décrits à propos de la ligne bifilaire réapparaissent. L'expérience a montré que ces ondes guidées ont une atténuation d'environ 10 dB/100 m, tandis que celle du câble lui-même n'est que de quelque 3 dB/100 m. Il faut donc régénérer les ondes guidées en insérant des antennes à intervalle régulier.

Une application de ce principe à la télécommande d'un treuil minier a été réalisée le mois dernier à Winterslag; le Prof. de Crombrugghe vous décrira tout à l'heure cette commande et, pour ma part, je me bornerai au système électromagnétique.

induktiespoel in serie met de inwendige geleider kan dit nadeel verholpen worden. De bepaling van die elementen werd slechts mogelijk gemaakt door een volledige theoretische en proefondervindelijke studie van de onderbreking.

Die antennes hebben de vorm van een connector en nemen bijna geen plaats in. Ze vertonen bovendien ideale elektrische eigenschappen voor het gebruik in tunnels.

Beschouw een signaal dat zich voortplant in de kabel. Het grootste gedeelte van de invallende energie gaat door over de antenne, een klein gedeelte wordt in de kabel weerkaatst en het overige treedt naar buiten door de onderbreking. Dit laatste gedeelte bestaat uit twee delen.

Het eerste deel wordt radiaal vanaf de antenne in alle richtingen gestraald, zoals door een gewone antenne. Het gestraalde flux is nochtans niet gelijk verdeeld want de richtingen dicht bij de as van de kabel worden begunstigd; meer nauwkeurig gezegd, voor hoeken van ca 10° t.o.v. die as worden winsten van een tiental dB boven de isotrope verdeling bekomen. Die eigenschap is uiteraard interessant voor het gebruik in tunnels. Golven van dit type zijn te gebruiken wanneer de kabel tegen de muur gehangen moet worden; de afstand tussen de antennes is dan tamelijk klein, b.v. 20 m.

Het tweede deel van de energie die door de onderbreking van de uitwendige geleider naar buiten treedt verdeelt zich in twee golven met gelijke amplitudes die geleid worden door het uitwendige oppervlak van de kabel. Die golven, naargelang de frequentie, de afmetingen van de galerij en de eigenschappen van de kabel, zijn golven van het koaxiaal type tussen de uitwendige geleider en de galerijwand of Goubau-golven die toe te schrijven zijn aan de dielektrische beschermingslaag van de uitwendige geleider en die een min of meer grote koncentratie rond de kabel vertonen.

Die geleide golven kunnen slechts gebruikt worden wanneer de kabel op een voldoende afstand van de wand gehangen wordt; zoniet komen de nadelige verschijnselen die voor de tweedraadleiding beschreven werden weer op. Proeven hebben getoond dat die golven een demping van ca. 10 dB/100 m ondergaan terwijl deze van de kabel zelf maar ongeveer 3 dB/100 m is ; men moet de geleide golven dus versterken door het verbinden van antennes op regelmatige afstand.

Een toepassing van dit principe op de afstandbediening van een ondergrondse sleeplier werd verleden maand in de mijn van Winterslag verwezenlijkt. Prof. de Crombrugghe zal straks de afstandbediening beschrijven en ik zal mij dus beperken tot het elektromagnetisch systeem.

L'émetteur de télécommande par radio est porté par l'opérateur qui accompagne le train le long du câble. Cet émetteur fournit une puissance de 30 mW à 30 MHz. Le câble étant bien dégagé des parois, on utilise les ondes guidées.

On a placé une antenne tous les 100 m, mais il ne s'agit pas d'antennes simples. En effet, comme les antennes décrites ci-dessus excitent deux ondes guidées d'amplitudes égales dans les deux directions, à mi-chemin entre deux antennes, on se trouverait en présence de deux ondes voyageant en sens contraires et ayant des amplitudes comparables; il en résulterait des ondes stationnaires avec annulation du champ aux endroits où les deux ondes sont en opposition de phase. Les antennes composées qui ont été utilisées sont constituées de deux antennes élémentaires distantes d'un quart d'onde et formant un coupleur directif: ces deux antennes excitent dans la direction opposée à celle de l'émetteur deux ondes qui se renforcent parce qu'elles sont en phase et, dans la direction de l'émetteur, deux ondes qui se détruisent parce qu'elles sont en opposition de phase à cause d'une différence de parcours d'une demi-longueur d'onde. Ceci résout le problème des ondes stationnaires le long des tronçons de 100 m.

Le récepteur est couplé galvaniquement à une extrémité du câble et fournit les signaux de commande au treuil.

Un fonctionnement parfait a été obtenu sur toute la longueur du câble — 900 m — et même un peu plus loin, dans toute la section de la galerie dont le profil était tourmenté et irrégulier. Aucun raté de fonctionnement n'a été observé, même lorsque l'émetteur était placé sous une berline, et il semble que l'on aurait pu atteindre sans difficulté la distance de 2 km.

Il est piquant de constater que ces mêmes appareils de télécommande utilisés à la surface ne permettent de couvrir que des distances inférieures à 300 m. On a donc tiré un bon parti de la présence de la galerie et ceci prouve que la radio peut aussi bien être utilisée dans la mine que sur les chantiers au sol.

De radio-stuurzender wordt gedragen door een operator die de trein langs de kabel vergezelt. Dit toestel levert een vermogen van 30 mW op 30 MHz. Daar de kabel op een bepaalde afstand van de wand hangt gebruikt men de geleide golven.

Om de 100 m wordt een antenne op de kabel geplaatst, maar het is geen eenvoudige antenne. Inderdaad, daar de hierboven beschreven antennes twee geleide golven met gelijke amplitudes opwekken, zou men op middenafstand tussen twee antennes twee golven hebben met gelijke amplitudes en tegengestelde voortplantingszin; daaruit zouden stationnaire golven volgen met het nulworden van het veld daar waar die golven in tegenfaze zijn. De samengestelde antennes die gebruikt werden bestaan uit twee elementaire antennes op een afstand van een kwartgolflengte en maken een gerichte koppeling : die twee antennes wekken in de tegengestelde zin van de zender twee golven op die mekaar versterken omdat ze in faze zijn en, in de richting van de zender, twee golven die mekaar vernietigen omdat ze in tegenfaze zijn : dit is te wijten aan een halve golf-wegverschil. Daarmee is het vraagstuk van de stationnaire golven langs de 100 m-stukken opgelost.

De ontvanger wordt galvanisch op een uiteinde van de kabel verbonden en hij brengt de stuursignalen aan de sleeplier over.

Een perfekte werking werd bekomen op de ganse lengte van de kabel — 900 m — en zelfs wat verder in de ganse doorsnede van de galerij die onregelmatig was. Geen enkele werkingsfout werd waargenomen, zelfs wanneer de zender onder een mijnwagen gelegd was en men zou waarschijnlijk gemakkelijk de afstand van 2 km kunnen bereiken.

Een interessante opmerking is dat diezelfde stuurtoestellen op de grond slechts voor afstanden kleiner dan 300 m werken. Men heeft het grootste voordeel getrokken van de aanwezigheid van de galerij en dit bewijst dat de radio even goed in de mijn als in werven op de grond gebruikt kan worden.

Télécommande de treuil à Winterslag

Afstandsbediening van een sleeplier te Winterslag

O. de CROMBRUGGHE *

L'installation expérimentale dont il est question ici a été décrite dans le numéro de juillet-août 1970 des Annales des Mines de Belgique, p. 961. La présente note se limitera par conséquent à un bref rappel et à quelques renseignements complémentaires sur les progrès de la mise au point.

1. INSTALLATION DE TRAINAGE

Un treuil à poulie parabolique et câble sans fin assure le transport de berlines de matériel et de pierres dans un bouveau de retour d'air rectiligne sur une distance de 900 m (fig. 1 et 2). Il est entraîné par un moteur électrique de 70 ch à travers un embrayage planétaire et est muni d'un frein. Le changement du sens de marche est commandé par l'inversion du moteur électrique (contacteur double). L'embrayage et le frein sont normalement commandés manuellement par deux leviers (point mort dans la timonerie).

Pour pouvoir commander le treuil à distance, il a fallu monter sur les leviers deux cylindres pneumatiques Martonair à double effet (course : 500 mm, effort : 75 kg) (fig. 3). Il est évident que l'embrayage d'un treuil entraînant une rame de plusieurs dizaines de berlines doit se faire progressivement, pour éviter le fouettement du câble et limiter l'accélération de la charge. D'autre part, si le frein doit s'appliquer rapidement, l'expérience nous a montré que sa levée doit se faire progressivement, de façon à ne pas détendre le câble

* Ingénieur en Chef, Service Etudes, Charbonnage de Winterslag. Professeur d'Exploitation des Mines, Université Catholique de Louvain.

De proefinstallatie waar het hier over gaat werd in het juli-augustus '70-nummer van de Annalen der Mijnen van België, blz. 961, beschreven. Onderhavige nota geeft slechts een samenvatting en enkele aanvullende inlichtingen over het verder verloop van de proef.

1. HET VERVOER MET SLEEPLIER

Een lier met parabolische schijf drijft een eindloze kabel aan voor het vervoer van materieel- en steenwagens over 900 m in een rechtlijnige luchtsteengang (fig. 1 en 2). Zij wordt door een elektrische motor van 70 pk over een planetaire koppeling aangedreven en is met een rem voorzien. De richtingsomkering geschiedt door ompolen van de motor (dubbele contactor). Normaal worden koppeling en rem over hefbomen met de hand bediend (dode punt in het stangensysteem).

Om de lier op afstand te kunnen bedienen moesten op de hefbomen dubbelwerkende Martonair luchtcylinders gemonteerd worden (slaglengte : 500 mm, kracht : 75 kg) (fig. 3). Voor het in gang brengen van een trein met tientallen wagens moet vanzelfsprekend de koppeling zeer geleidelijk ingeschakeld worden, om het zwepen van de kabel en de versnelling van de trein te beperken. Daartegenover moet de rem snel ingrijpen, maar de ervaring heeft bewezen dat deze laatste slechts geleidelijk mag opengaan, om de kabel niet te brutaal te ont-

* Hoofdingenieur, Studiedienst Kolenmijn Winterslag. Professor voor Mijnbouw aan de Katholieke Universiteit te Leuven.

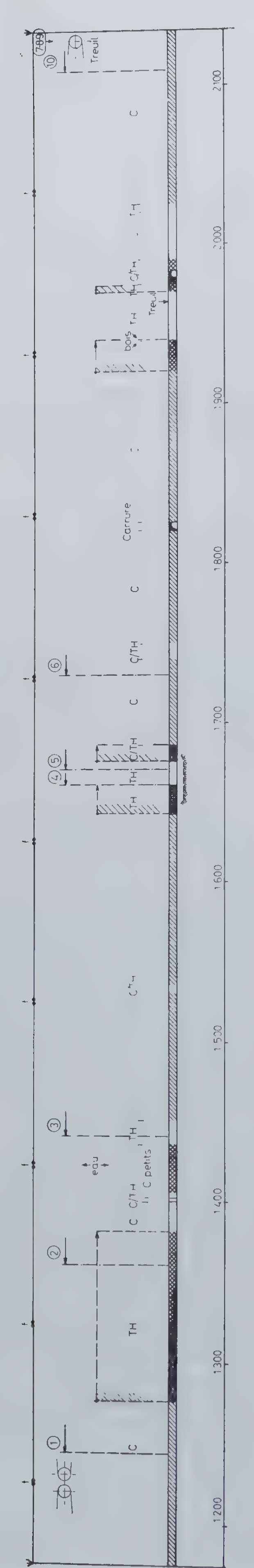


Fig. 1.

Coupe longitudinale du bouveau. C : claveaux. TH : cadres Toussaint-Heintzmann. Le treuil est à l'extrémité de droite, la poulie de renvoi à celle de gauche.

Lengtedoorsnede van de steengang. C : betonblokken. TH : stalen bogen. De lier bevindt zich rechts, de keerrol links van de figuur.

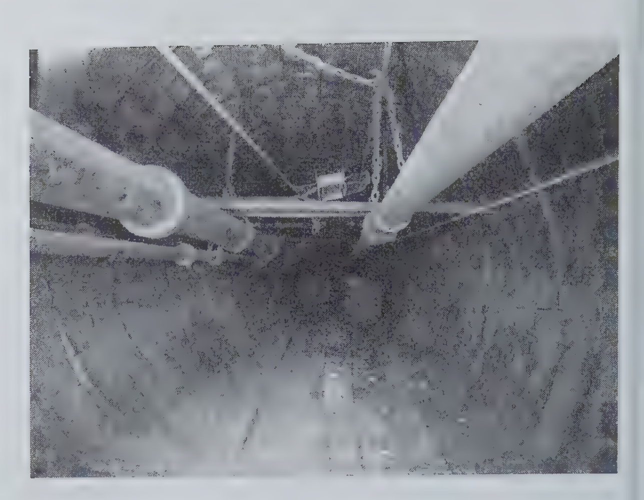


Fig. 2a.



Fig. 2b.

Vues du bouveau.
Uitzicht van de steengang.

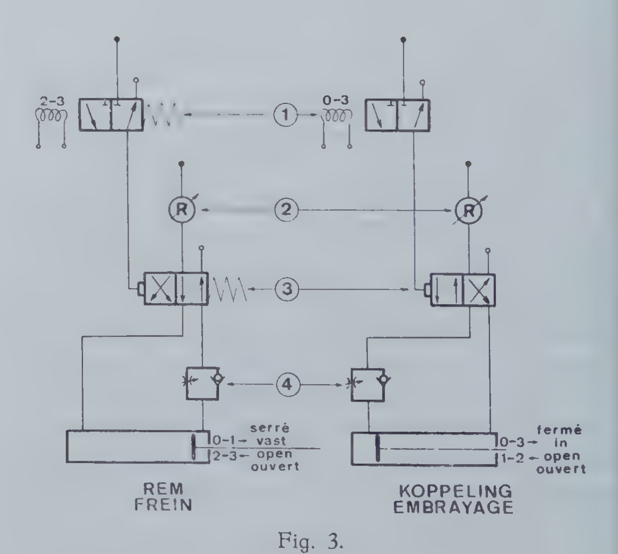


Fig. 3.

Commande électropneumatique du treuil.
Electropneumatische bediening van de lier.

brutalement, et à freiner la chute du contrepoids de tension.

La progressivité nécessaire a été réalisée en plaçant des étranglements réglables, combinés à des clapets antiretours, dans les conduites commandant la fermeture de l'embrayage et l'ouverture du frein. Des régulateurs de pression ont été placés en amont pour assurer la constance des réglages.

Un essai fait en mars 1971 a montré que cette solution était valable. Il est dès lors possible de commander le treuil par voie électrique (vannes électropneumatiques et contacteurs).

2. PRINCIPE DE LA TELECOMMANDE

Le but de l'essai est de permettre au convoyeur qui accompagne la rame d'envoyer des signaux au treuil (phase 1) ou même d'en commander le fonctionnement (phase 2) à partir d'un point quelconque du bouveau (fig. 4). A cet effet, il porte un boîtier de commande (a) sur la poitrine et un émetteur radio (b) sur le dos (fig. 5). L'émetteur travaille à 30 MHz, et la fréquence porteuse émise est captée par un câble coaxial à « fentes rayonnantes » système INIEX-Delogne tendu le long de

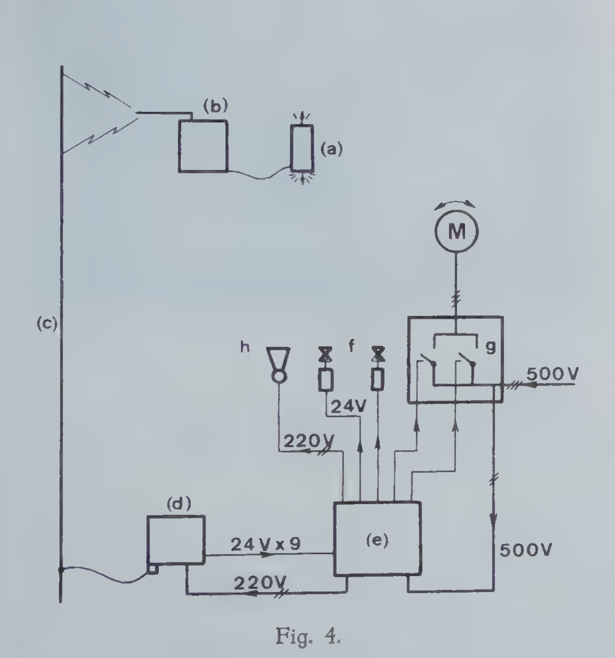


Fig. 4.

Télécommande par radio.
Radio-afstandsbediening.

la galerie (c). L'onde porteuse est modulée par deux fréquences musicales, choisies parmi 5 possibles selon la position des manipulateurs du

spannen en een plotse val van het spangewicht te vermijden.

De geleidelijke werking werd bekomen door smoor- en terugslagkleppen in de voedingsleidingen te plaatsen voor het sluiten van de koppeling en het openen van de rem. Drukregelaars verzekeren de standvastigheid van deze regeling.

De geldigheid van deze opstelling werd in maart 1971 door een proef bevestigd. Hierdoor wordt het mogelijk de lier langs elektrische weg, over contactoren en elektroventielen te bedienen.

2. BEGINSEL VAN DE AFSTANDSBEDIENING

Het doel van het experiment bestaat erin de treinbegeleider de mogelijkheid te geven seinen naar de lier te sturen (fase 1), en zelfs de machine zelf te bedienen (fase 2) vanuit ieder punt van de steengang (fig. 4). Hiervoor draagt hij op de borst een knoppenkast (a) en op de rug een radiozender (b) (fig. 5). De zender straalt een 30 MHz draaggolf naar een coaxiale kabel met stralende elementen (NIEB-Delogne systeem) die in de galerij gespannen is (c). De draaggolf wordt door een

Fig. 5.

Emetteur Philips-MBLE.
Philips-MBLE zender.
(Bultec 117, fig. 32.)

combinatie van twee hoorbare frequenties (uit de 5 mogelijke) gemoduleerd, naargelang van de stand van de bedieningshandels op de knoppen-

boîtier (système MBLE-Philips), ce qui donne 10 signaux différents possibles, dont 8 sont utilisés ici.

Le récepteur radio (d), installé à poste fixe près du treuil, est relié galvaniquement au guide d'onde et alimenté par le réseau. Il transmet les signaux à un coffret à relais (e) (fig. 6), où ils sont convertis en courant fort et retransmis aux contacteurs du moteur (g), aux vannes électropneumatiques (f) et à un klaxon de signalisation (h).

Pour l'essai de la transmission en signalisation (phase 1), les contacteurs et vannes ont été remplacés par un tableau muni de lampes (fig. 7). Cet essai, effectué en octobre et novembre 1970, a montré que la transmission était fiable à 100 %, même pour des positions défavorables de l'émetteur et du câble guide d'onde.

kast (MBLE-Philips systeem). Dit geeft 10 verschillende mogelijke seinen, waarvan hier 8 gebruikt worden.

De radioontvanger (d) staat bij de lier : hij is galvanisch met de golfgeleider verbonden en wordt door het net gevoed. De seinen worden naar een relais-koffer doorgestuurd (fig. 6), waaruit zij onder vorm van sterkstroomimpulsen naar de motorcontactoren (g), de elektropneumatische ventielen (f) en een seinhoorn (h) toegevoerd worden.

Voor de overseiningsproef (fase 1) werden contactoren en ventielen door een lampenbord vervangen (fig. 7). Deze proef, in oktober-november '70 uitgevoerd, heeft de volledige vertrouwbaarheid van de overbrenging aangetoond, zelfs voor ongunstige standen van zender en golfgeleider.

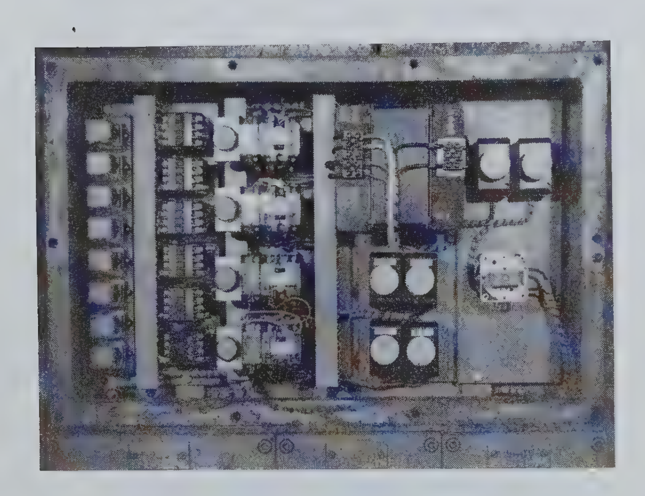


Fig. 6.

Coffret antidéflagrant à relais ouvert (« e » sur la fig. 4).
A gauche : relais Schrack relayant les 8 sorties du récepteur radio.
Au centre : relais de temporisation, de verrouillage et de commande.
A droite : fusibles et transfo 500/220/24 V d'alimentation.
En bas : arrivées et départs.

Ontploffingsvast relaiskast met open deksel (« e » op fig. 4).
Links : Schrackrelais om de 8 uitgangen van de radioontvanger te versterken.
Midden : vertragings-, vergrendelings- en stuurrelais.
Rechts : smeltzekeringen en 500/220/24 V transformator.
Onder : aankomsten en vertrekken.

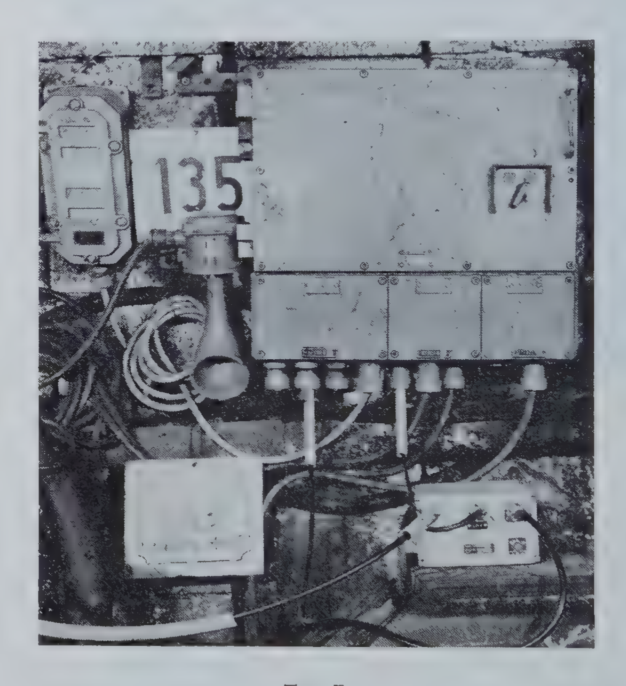


Fig. 7.

Tableau de lampes pour utilisation provisoire en signalisation (à gauche).
Lampenbord voor voorlopige signalisatieopstelling (links van de fig.).

3. SEQUENCE DES OPERATIONS ET SECURITE

La séquence des opérations est la suivante :

0 (repos) : moteur arrêté, frein fermé, embrayage fermé;
1 : ouverture embrayage, démarrage du moteur (p. ex. marche avant);
2 : ouverture du frein;
3 : fermeture de l'embrayage - démarrage progressif de la rame;

3. WERKSEQUENTIE EN VEILIGHEID

De opeenvolging van de bedieningstanden is als volgt :

0-stand (rust) : motor stopt - rem en koppeling gesloten;
1-stand : koppeling open, motor start (bv. vooruit);
2-stand : rem open;
3-stand : koppeling sluit - trein start geleidelijk;
terug naar 2 : ontkoppelen - « vrijwiel-loop »;

retour en 2 : débrayage - marche en « roue libre »;
retour en 1 : freinage de la rame (le moteur débrayé tourne toujours);
retour en 0 (uniquement si on veut inverser le sens de marche) : arrêt et freinage du moteur (embrayage et frein fermés).

La succession correcte de ces opérations est assurée par la conception du boîtier de commande porté par le convoyeur de rame. Le côté droit de ce boîtier comporte une manette à 7 positions stables (fig. 8), soit une position centrale 0, encadrée d'un côté par les positions + 1, + 2 + 3 pour la marche avant, et de l'autre par les positions — 1, — 2, — 3 pour la marche arrière. De cette façon, les différentes positions sont nécessairement parcourues dans l'ordre correct. Cette commande par position permet à l'opérateur de se rendre compte avec les doigts dans quelle situation se trouve le treuil, ce qui aurait été impossible avec une commande par impulsions successives sur un bouton unique. Ceci nous a paru important pour une commande à grande distance dans l'obscurité.

Le côté gauche du boîtier porte une autre manette à deux positions avec rappel par ressort. Une de ces positions permet de commander le klaxon situé près du treuil. L'autre sert au « réarmement » de la télécommande, dont nous reparlerons plus bas.

terug naar 1 : trein wordt afgeremd - motor blijft ontkoppeld draaien;
terug naar 0 : (alleen indien rijrichting omgekeerd moet worden) stoppen en afremmen van de motor (koppeling en rem dicht).

De juiste opeenvolging van deze standen volgt uit de bouw zelf van het knoppenkastje dat door de treinbegeleider gedragen wordt. Aan de rechterkant hebben wij een handel met 7 stabiele standen (fig. 8) : een 0-stand in het midden, met aan een zijde de + 1, + 2, + 3 standen voor « voorwaartse »-beweging, en aan de andere zijde de — 1, — 2, —3 standen « achterwaarts ». Hieruit volgt dat de verschillende bedieningsstanden noodzakelijk in de juiste volgorde doorlopen worden. Met zijn vingers kan de bedieningsman de verschillende standen van zulke bediening herkennen, hetgeen met een « impulsbediening » met knoppen onmogelijk ware geweest. Dit werd van belang geacht voor een bediening op grote afstand in een donkere omgeving.

Aan de linker kant van het kastje bevindt zich een ander handel met twee verende standen. Een ervan dient om een seinhoorn naast de lier te bedienen. De tweede dient voor de « voorinschakeling » van de afstandsbediening (zie verder).

Fig. 8.

Commutateur à 7 positions du boîtier de commande.
Richting (naar) keerrol of lier : translation vers la poulie de retour ou vers le treuil.
Les 7 positions sont répérées par des broches rondes, plates ou triangulaires, reconnaissables dans l'obscurité.

Omschakelaar met 7 standen van het stuurkastje.
Rem open of vast : frein ouvert ou serré.
Koppeling in of open : embrayage embrayé ou débrayé.
De 7 standen zijn bij middel van ronde, platte of driehoekige pennen in de duisternis herkenbaar.

A chacune des 6 positions actives du manipulateur correspond un signal (combinaison de 2 fréquences) dans la transmission radio, et partant une combinaison des relais du coffret (e) assurant les commandes correspondantes et les verrouillages nécessaires.

A la position 0 correspond une absence de signal. Réciproquement, toute interruption accidentelle de la transmission entraîne le retour en position zéro (arrêt, frein et embrayage serrés). Ceci a été voulu dans un but de sécurité, mais, pour permettre le passage d'une position du manipulateur à la suivante, il a fallu prévoir des relais de maintien : ceux-ci sont coupés par des relais temporisés si l'interruption dure plus de 1 seconde, provoquant alors le retour à zéro et evitant qu'après une interruption accidentelle, le treuil ne se remette inopinément en marche, le manipulateur n'ayant pas été ramené à zéro. La télécommande doit alors être réarmée au moyen de la position « réarmement » de la manette de gauche du boîtier, avant qu'un ordre quelconque puisse être exécuté. Ce système un peu compliqué a paru préférable au bouton classique d'homme mort, exigeant une action permanente du préposé qui n'a pas toujours les mains libres.

4. ESSAIS DE FONCTIONNEMENT

Au mois d'avril 1971, l'équipe d'INIEX a installé dans le bouveau un câble coaxial plus souple (conducteur extérieur tressé au lieu de tubulaire) muni de dispositifs rayonnants plus robustes, et a effectué des mesures de champ. Le dispositif de commande par électrovannes a été mis en place. La télécommande a été essayée pendant plusieurs postes, d'abord à vide, puis en charge, par des spécialistes et par le personnel normalement chargé du transport. Ces essais ont donné les résultats suivants :

1. La télécommande est possible sur toute la longueur de l'installation. Le préposé au transport a su l'utiliser sans préparation spéciale.

2. Le câble coaxial à enveloppe tressée donne un affaiblissement nettement plus élevé que le câble à enveloppe pleine.

   Occasionnellement, on a constaté quelques « trous » dans la transmission. Ce pourrait être la conséquence de l'emploi du câble à tresse moins approprié que le câble à enveloppe tubulaire. Dans ce cas, on serait amené à remplacer le câble tressé par du câble tubulaire dans la partie la plus proche du treuil. Ce peut être aussi une panne intermittente dans la boîte à

Met ieder van de 6 « actieve » standen van de stuurhandel stemt een uit twee frequenties samengesteld radiosignaal overeen, en bijgevolg ook een bepaalde toestand van de relais in koffer (e), waardoor de nodige uitvoeringsbevelen en vergrendelingen verwezenlijkt worden.

Voor de stand « 0 » heeft men geen signaal. Omgekeerd zal iedere onderbreking van de radioverbinding de relais in de « 0 » positie terugbrengen (motor stopt, rem en koppeling dicht). Dit werd met het oog op de veiligheid opzettelijk bedoeld. Om echter de overgang van de handel van een stand tot de volgende mogelijk te maken moesten onderhoudsrelais voorzien worden : dezen worden door tijdsrelais uitgeschakeld indien de onderbreking langer dan 1 sec. duurt, zodat men dan in « 0 »-stand komt, hetgeen voorkomt dat na een onderbreking de machine onverwacht terug in gang zou komen indien de bedieningshandel in een andere stand dan « 0 » gebleven moest zijn. De inrichting moet door de linker handel in « voorinschakelingsstand » te drukken terug bekrachtigd worden, alvorens een nieuw commando te kunnen doorsturen. Dit schijnt enigszins ingewikkeld, maar de klassieke oplossing met een « dodemansknop » leek hier minder aangewezen, omdat zij veronderstelt dat de bedieningsman steeds over een vrije hand beschikt.

4. WERKINGSPROEF

Tijdens de maand april 1971 werd door de ploeg van het NIEB een soepelere kabel in de steengang geplaatst (gevlochten mantel i.p.v. buisvormige geleider), voorzien van stevigere stralingselementen. Veldsterktemetingen werden uitgevoerd. De stuurinrichting met elektroventielen werd gemonteerd. De afstandsbediening werd gedurende verschillende posten, eerst met losse kabel, dan met wagens, in bedrijf gesteld, en achtereenvolgens door specialisten en door het normaal vervoerpersoneel bediend. De uitslagen waren de volgende :

1. De afstandsbediening is over de ganse lengte van de sleepinrichting mogelijk. De gewone treinbegeleider kon, zonder speciale opleiding, er onmiddellijk mee werken.
2. De coaxiale kabel met gevlochten buitengeleider geeft een uitgesproken grotere verzwakking dan de buisvormige kabel.

   Af en toe heeft men enige onderbrekingen in de overbrenging vastgesteld. Dit zou het gevolg kunnen zijn van het gebruik van de kabel met gevlochten mantel, die minder geschikt is dan de kabel met buivormige mantel. In dat geval zou men ertoe gebracht worden om de gevlochten kabel te vervangen door de buisvormige kabel in het meest nabije deel van de sleeplier.

relais ou dans le boîtier de télécommande. Au moment de mettre sous presse, on a décelé un défaut dans le commutateur à 7 positions du boîtier de commande. Les dispositifs de sécurité prévus ont minimisé la gêne résultant des interruptions. De toute manière, les dispositions seront prises pour assurer un fonctionnement parfait.

3. L'embrayage patine exagérément quand la charge atteint une dizaine de berlines de pierres : un cylindre plus puissant sera placé incessamment.

Het kan ook een telkens terugkerend defekt in de relaiskast of in de afstandsbedieningskast zijn. Op het ogenblik van het onder druk zetten heeft men een fout ontdekt in de zevenwegschakelaar van de bedieningskast. De voorziene veiligheidstoestellen hebben de hinder, die voortvloeit uit de onderbrekingen, tot een minimum beperkt. In ieder geval zullen maatregelen genomen worden om voor een perfecte werking te zorgen.

3. Wanneer de belasting tien wagens stenen bereikt krijgt men een overdreven slip aan de koppeling : een sterkere bedieningscylinder zal binnenkort geplaatst worden.

L'alimentation en eau potable de l'agglomération de Charleroi

G. MIGNION *

RESUME

90 % de l'eau consommée dans l'agglomération de Charleroi provient de captages établis, d'une part, dans les formations de calcaire carbonifère qui bordent au nord et au sud le bassin houiller de Charleroi et, d'autre part, dans le calcaire carbonifère du synclinal de Dinant dans la Province de Namur.

Trois organismes se partagent la charge de l'adduction de cette eau vers l'agglomération de Charleroi : la Régie des Eaux de Jumet, l'Association Intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi, la Société Nationale des Distributions d'Eau (S.N.D.E.).

Chaque année, il est nécessaire de capter 1.500 m³ par jour d'eau supplémentaire, ce qui représente une augmentation annuelle des pompages de l'ordre de 3 %.

La consommation annuelle brute mesurée aux compteurs d'entrée des communes est en moyenne, pour l'ensemble de l'agglomération de Charleroi, de 63 m³ par habitant contre 35 m³ pour les communes rurales environnantes. La dispersion autour de la valeur moyenne est forte; elle dépend non seulement du caractère de la commune, mais également de l'état de son réseau de distribution et du mode de tarification qu'elle applique.

Les projets de développement des captages et de renforcement des adductions sont examinés. Sauf difficultés financières ou politiques, l'approvisionnement en eau potable de l'agglomération de Charleroi est assuré pour certainement 15 ans et vraisemblablement 20 ans.

SAMENVATTING

90 % van het water dat door de agglomeratie van Charleroi gebruikt wordt komt voort van opvangpunten die gelegen zijn, enerzijds in de kolenkalkformaties die de noordelijke en zuidelijke rand vormen van het kolenbekken van Charleroi, anderzijds in de kolenkalk van de sinkline van Dinant in de provincie Namen.

Er zijn drie organismen die belast zijn met de aanvoer van het water naar de agglomeratie van Charleroi : de Régie des Eaux de Jumet, de Association Intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi, de Société Nationale de Distribution d'Eau (S.N.D.E.).

Ieder jaar moet 1.500 m³ water per dag meer gepompt worden, hetgeen een jaarlijkse stijging vertegenwoordigt van 3 %.

Het jaarlijks bruto verbruik, gemeten aan de tellers van de gemeenten, bedraagt gemiddeld 63 m³ per inwoner voor de agglomeratie Charleroi tegen 35 m³ voor de omringende landelijke gemeenten. Er is een sterke spreiding rond de gemiddelde waarde; ze hangt niet alleen van de gemeente af maar ook van de toestand van haar verdelingsnet en de tariefvorming.

De ontwerpen betreffende het ontwikkelen van de opvangpunten en de versterking van de aanvoer worden onderzocht. Afgezien van financiële of politieke moeilijkheden is de drinkwatervoorziening van de agglomeratie Charleroi verzekerd voor 15 jaar in ieder geval en waarschijnlijk voor 20 jaar.

* Ingénieur Principal Divisionnaire des Mines, Administration des Mines, Division du Hainaut, Place Albert 1er, Centre Albert, 12e étage - 6000 Charleroi.

INHALTSANGABE

90 % des in Charleroi und Umgebung verbrauchten Wassers kommen aus Quellen in den Kalksteinschichten des Karbons am Nord- und Südrand des Steinkohlenreviers von Charleroi und in der Mulde von Dinant in der Provinz Namur. Die Aufgabe des Baus der erforderlichen Wasserleitungen und der Wasserverteilung wird von drei Unternehmen wahrgenommen, der Régie des Eaux de Jumet, der Association Intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi und der Société Nationale des Distributions d'Eau (S.N.D.E.).

Der tägliche Bedarf steigt in jedem Jahr um 1.500 m³, was eine Erhöhung der Pumpenleistung um 3 % erfordert.

Der am Eingangszähler der Gemeinden gemessene Jahresverbrauch liegt für das geschlossene Siedlungsgebiet von Charleroi im Durchschnitt bei 63 m³ pro Kopf gegenüber 35 m³ in den Landgemeinden der weiteren Umgebung. Die Schwankungen um diesen Mittelwert sind erheblich. Sie hängen nicht nur von der Struktur der Gemeinde, sondern auch vom Zustand ihres Leitungsnetzes und von der Tarifgestaltung ab.

In dem Artikel werden die Pläne für die weitere Entwicklung der Wassergewinnungsanlagen und den Ausbau der Zuführungsleitungen geschildert. Falls keine Schwierigkeiten finanzieller oder politischer Natur eintreten, ist die Trinkwasserversorgung von Charleroi mit Bestimmtheit für 15 Jahre und wahrscheinlich für 20 Jahre sichergestellt.

SUMMARY

90 % of the water consumed in the Charleroi built-up area comes from drainage systems installed in the formations of carboniferous limestone which border the North and South of the Charleroi coalfield and the carboniferous limestone of the Dinant syncline in the Province of Namur.

Three bodies share the task of bringing this water to the Charleroi area : the Jumet Water Board, the Inter-borough Water Company of the Charleroi Basin, the National Society for Water Distribution (S.N.D.E.).

Every year, a daily supplement of 1,500 m³ of water has to be drained off; this means a 3 % annual increase in pumping.

The gross annual consumption measured by the intake meters of the urban boroughs is, on a average, for the entire Charleroi area, 63 m³ per inhabitant, as against 35 m³ for the adjacent rural boroughs. The variations from the average value are very great; they depend not only on the character of the borough, but also on the state of its mains and on the water rates.

The development plans for drainage and for increasing the amount of water supply are examined. Provided there are no financial or political difficulties, the supply of drinking water to the Charleroi built-up area is guaranteed certainly for 15 years, and probably for 20 years.

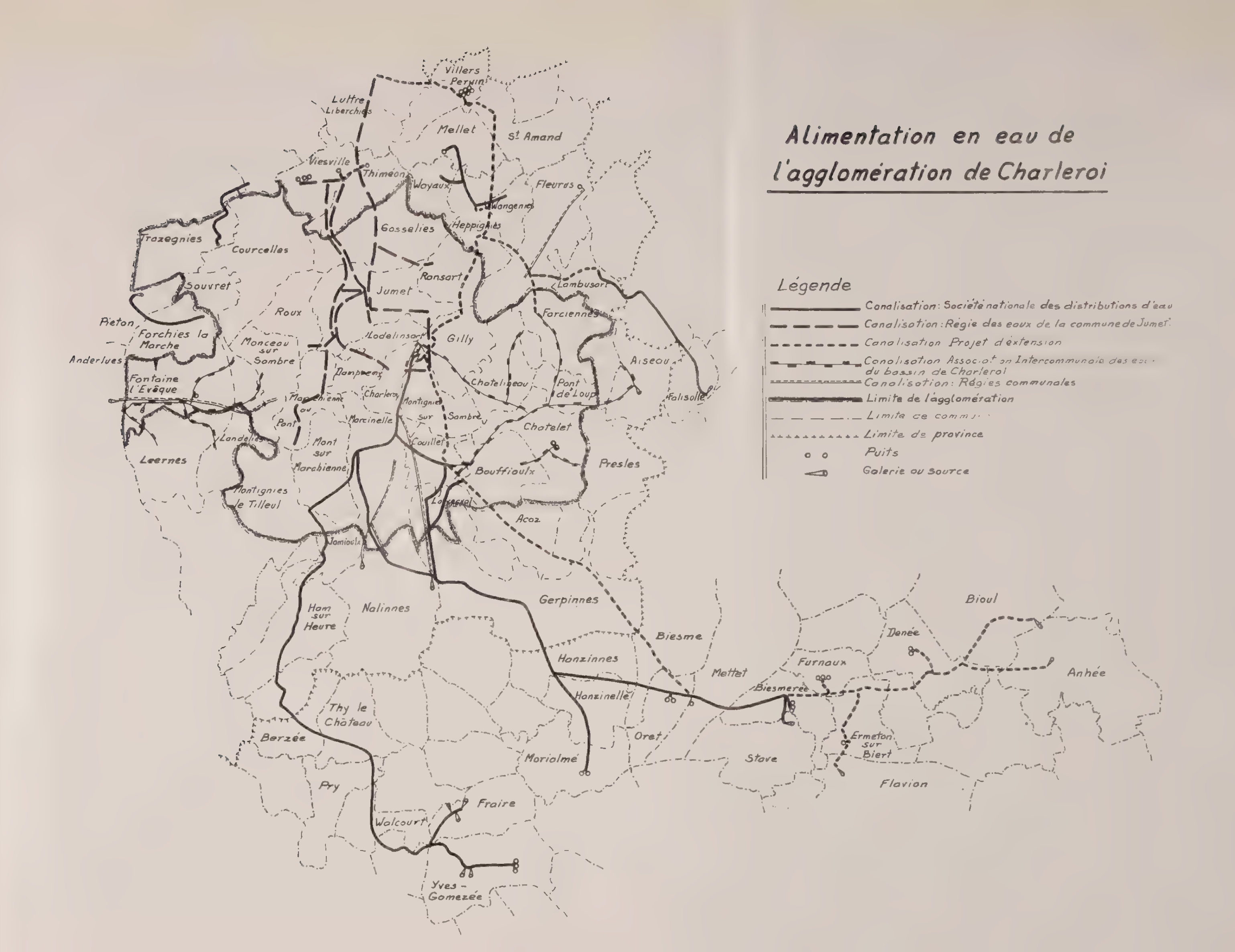
L'agglomération de Charleroi est située en grande partie à l'aplomb de son bassin houiller. Le terrain houiller où les schistes peu perméables dominent n'est pas naturellement très aquifère. Par suite de l'exploitation des charbonnages, une importante quantité d'eau infiltrée le long des cassures d'exploitation doit certes être exhaurée; mais il s'agit d'une eau en général impropre à la consommation, chargée de sels minéraux et de matières organiques. Une exception cependant : la moitié de la consommation en eau de la commune de Farciennes (500 m³ par jour) est assurée par l'exhaure du niveau de 100 m des Charbonnages du Roton.

Les gisements aquifères les plus proches de l'agglomération de Charleroi sont constitués par les formations de calcaire carbonifère qui bordent le bassin houiller au nord et au sud. Dans la formation de calcaire carbonifère du nord, les prélèvements d'eau sont réalisés par la Régie des Eaux de la Commune de Jumet et, dans la formation de calcaire carbonifère du sud, ils sont réalisés par l'Association Intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi.

En outre, la Société Nationale des Distributions d'Eau (S.N.D.E.) achemine vers l'agglomération de Charleroi de l'eau en provenance de la Province de Namur. Cette eau est prélevée dans le calcaire carbonifère du synclinal de Dinant.

La plus grande partie de l'eau consommée dans l'agglomération de Charleroi a donc pour origine le calcaire carbonifère.

Accessoirement, des prélèvements d'eau sont effectués dans les recouvrements de sables bruxelliens qui bordent au nord et à l'ouest l'agglomération de Charleroi (captage de la commune de Monceau/Sambre à Anderlues, captages de la


Alimentation en eau de
l'agglomération de Charleroi
Légende
Canalisation: Société nationale des distributions d'eau
Canalisation: Régie des eaux de la commune de Jumet.
Canalisation Projet d'extension
Canalisation Associat on Intercommunale des ea
du bassin de Charleroi
Canalisation: Régies communales
Limite de l'agglomération
Limite de comm
Limite de province
Puits
Galerie ou source
Villers Perwin
Luttre Liberchies
Mellet
St Amand
Viesville
Thiméon
Wayaux
Fleurus
Wangenies
Heppignies
Gosselies
Trazegnies
Courcelles
Ronsart
Jumet
Lambusart
Souvret
Roux
Forciennes
Pieton
Forchies la Marche
Lodelinsart
Gilly
Monceau sur Sombre
Anderlues
Aiseau
Dampremy
Chatelineau
Pont de Loup
Fontaine l'Evêque
Charleroy
Falisolle
Marchienne au Pont
Montignies sur Sambre
Marcinelle
Chatelet
Landelies
Mont sur Marchienne
Couillet
Leernes
Bouffioulx
Presles
Montignies le Tilleul
Acoz
Jamioulx
Gerpinnes
Ham sur Heure
Nalinnes
Bioul
Biesme
Denée
Hanzinnes
Mettet
Furnaux
Anhée
Biesmerée
Hanzinelle
Thy le Château
Ermeton sur Biert
Berzée
Oret
Stave
Morialmé
Flavion
Pry
Fraire
Walcourt
Yves-Gomezée

ville de Fontaine-l'Evêque à Fontaine-l'Evêque, captages de la S.N.D.E. à Trazegnies et Gouy-lez-Piéton), ainsi que dans l'îlot de sable bruxellien qui recouvre le dévonien au sud de Charleroi (captages de la ville de Charleroi à Gerpinnes-Nalinnes et de la commune de Marcinelle à Marcinelle-Nalinnes).

Les prélèvements dans les sables bruxelliens représentent moins de 10 % de l'ensemble des prélèvements d'eau destinés à l'agglomération de Charleroi. Alors que la demande en eau va en augmentant, les prélèvements dans les sables bruxelliens ne sont pas susceptibles de développement et leur part dans les prélèvements totaux ira donc en diminuant. C'est pourquoi nous limiterons notre examen aux seuls prélèvements dans les formations de calcaire carbonifère.

SOCIETES DE DISTRIBUTION D'EAU DESSERVANT L'AGGLOMERATION DE CHARLEROI

(voir planche)

Nous nous limiterons comme il vient d'être dit aux sociétés effectuant leurs prélèvements dans le calcaire carbonifère. Elles sont au nombre de trois :

1. Régie des Eaux de la Commune de Jumet.

Elle effectue ses prélèvements dans la formation de calcaire carbonifère bordant au nord le bassin houiller. Elle possède 4 puits dont 3 en service sur le territoire de la commune de Viesville et 1 puits sur le territoire de la commune voisine de Thiméon.

En 1969, il a été pompé de ces puits 9.427.860 m^3, soit 25.830 m^3/jour.

Aux moments de pointe, la capacité de pompage de la Régie des Eaux de Jumet est actuellement utilisée à son maximum.

La Régie des Eaux de Jumet alimente dans l'agglomération de Charleroi les communes suivantes :

Gosselies, Ransart, Courcelles, Jumet, Roux, Marchienne-au-Pont, Dampremy, Lodelinsart (en partie; l'autre partie étant fournie par l'Association Intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi), Charleroi (en partie; l'autre partie étant fournie par la S.N.D.E., ainsi que par le captage particulier de la ville de Charleroi).

Hors agglomération, la Régie des Eaux de Jumet alimente les communes de :

Thiméon et Viesville (dans ce dernier cas, l'eau est vendue à la S.N.D.E. qui exploite le réseau de la commune de Viesville).

Toujours hors agglomération, la Régie des Eaux de Jumet fournit également de l'eau au château d'eau de Liberchies. Cette eau vendue à la S.N.D.E. est distribuée par cette dernière société aux communes rurales de Liberchies, Luttre et Frasnes-lez-Gosselies.

La Régie de Jumet exploite elle-même le réseau de distribution de Jumet et de quartiers limitrophes de communes voisines. Pour le reste, elle vend l'eau, soit à la S.N.D.E. comme il vient d'être dit, soit aux services des eaux des communes clientes qui exploitent chacun pour leur compte leur propre réseau de distribution.

2. Association Intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi.

Cette Association possède trois captages dans la bande de calcaire carbonifère bordant au sud l'agglomération de Charleroi. Ce sont :

a) *Le captage d'Aiseau* constitué par un dalot captant. Le débit de ce captage varie en fonction de la pluviométrie de 9.600 à 12.000 m^3/jour; un débit moyen de 9.600 m^3/jour est utilisé (24 heures $\times$ 400 m^3/h). Le captage s'avère suffisant pour répondre aux besoins, sauf en période de sécheresse où son débit est tangent.

Ce captage alimente les communes suivantes de l'agglomération de Charleroi :

Pironchamps, Châtelineau, Couillet (en partie; l'autre partie étant fournie par la S.N.D.E.), Gilly (qui reçoit en outre un appoint en provenance de la S.N.D.E.), Lodelinsart (en partie; l'autre partie étant fournie par la Régie des Eaux de Jumet), Montigny-sur-Sambre (en partie; l'autre partie étant fournie par la S.N.D.E.).

L'Association Intercommunale vend également de l'eau provenant d'Aiseau au service local de Farciennes de la S.N.D.E. qui exploite le réseau de cette commune; Farciennes utilise en outre pour sa distribution de l'eau d'exhaure des Charbonnages de Roton. Hors agglomération, le captage d'Aiseau alimente les communes d'Aiseau, Roselies et Pont-de-Loup.

b) *Le captage de Carnelle* (à Châtelet).

Ce captage est constitué par deux puits. Il est possible d'y pomper 6.000 m^3/jour, mais on n'y pompe actuellement en moyenne que 4.320 m^3/jour (18 heures de pompage par jour).

Le captage de Carnelle alimente les communes de Presles, Bouffioulx, Châtelet.

Une conduite d'adduction est en cours de construction entre le captage de Carnelle et la commune de Marcinelle; elle permettra de fournir à cette commune 1.000 m^3 supplémentaires par jour. Le captage de Carnelle sera à ce moment utilisé au voisinage de sa capacité nominale.

c) *Le captage de la carrière de l'Ermitage* (carrière Stenuick) à Fontaine-l'Evêque.

Ce captage reprend l'exhaure de la carrière. En période pluvieuse, on y pompe plus que les besoins afin d'assurer l'exhaure de la carrière (contrat entre le propriétaire de la carrière et l'Association Intercommunale obligeant cette dernière à reprendre entièrement à sa charge l'exhaure de la carrière); à ce moment, le trop pompé, non utilisé, est rejeté à l'égout. En période sèche, le débit du captage est par contre juste suffisant pour couvrir les besoins.

La capacité moyenne de ce captage est estimée à 2.500 m³/jour. Le débit moyen effectivement pompé est de 2.400 m³/jour (12 heures de pompage).

Le captage de l'Ermitage alimente les communes suivantes: Leernes, Landelies, Goutroux, Monceau-sur-Sambre (en partie; l'autre partie est fournie par un captage communal situé à la limite des communes d'Anderlues et de Fontaine-l'Evêque), Fontaine-l'Evêque (en partie; l'autre partie est fournie par des captages communaux). L'Association Intercommunale exploite elle-même le réseau des communes de Leernes, Landelies et Goutroux. Pour le reste, elle fournit l'eau aux services des eaux de ses communes affiliées qui exploitent eux-mêmes leurs propres réseaux de distribution.

En 1968, les quantités suivantes ont été pompées aux trois captages de l'Association Intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi :

Groupe des captages d'Aiseau et de Carnelle :	
	5.353.048 m³, soit 14.670 m³/jour
Captage de l'Ermitage :	
	881.500 m³, soit 2.415 m³/jour
Total :	6.234.548 m³, soit 17.085 m³/jour

3. Adduction vers Charleroi de la Société Nationale des Distributions d'Eau (S.N.D.E.).

L'eau fournie par la S.N.D.E. à l'agglomération de Charleroi provient du calcaire carbonifère du synclinal de Dinant, dans la Province de Namur.

Il existe deux adductions de la S.N.D.E. vers l'agglomération de Charleroi :

a) *L'adduction sud* (dite aussi de Charleroi) : c'est la plus ancienne.

L'eau amenée par cette adduction provient des captages d'Yves-Gomezée et de Fraire. Ces captages ont fourni les quantités d'eau suivantes en 1969 :

Captages d'Yves-Gomezée :		
3 puits et 2 galeries	2.838.000 m³, soit	7.700 m³/jour
Captages de Fraire :		
3 galeries	1.114.000 m³, soit	3.050 m³/jour
Ensemble	3.052.000 m³, soit	10.820 m³/jour

La capacité maximum des captages de Fraire et d'Yves-Gomezée est mise à contribution. La conduite d'adduction dans laquelle l'écoulement se fait par gravité ne pourrait pas d'ailleurs transporter un débit supérieur. On peut donc considérer l'adduction sud comme totalement saturée avec un débit moyen de 10.800 m³/jour.

Avant d'entrer dans l'agglomération de Charleroi, à Montigny-le-Tilleul, l'adduction sud fournit au passage de l'eau aux communes rurales suivantes (et aux environs de celles-ci) : Yves-Gomezée, Service local de Pry, Thy-le-Château, Cour-sur-Heure, Ham-sur-Heure, Jamioulx.

b) *L'adduction sud-est.*

Elle est plus récente que la première et est en cours de renforcement.

L'eau amenée par cette adduction provenait fin 1969 des captages suivants (pour chacun desquels sont indiqués les cubages pompés en 1969) :

Source de Stave	767.000 m³, soit	2.100 m³/jour
1 puits à Mettet	400.000 m³, soit	1.100 m³/jour
2 puits à Oret	641.000 m³, soit	1.750 m³/jour
2 puits à Morialmé	1.563.000 m³, soit	4.280 m³/jour
Ensemble	3.371.000 m³, soit	9.230 m³/jour

En 1969, ces captages utilisés au maximum s'avéraient suffisants pour alimenter l'agglomération de Charleroi en période humide; leur débit était par contre insuffisant en période sèche. On prévoyait que la situation se normaliserait en 1970 par la mise en service d'un nouveau captage à la carrière Lepoivre à Biesmerée (4.000 m³/jour); ce captage n'a toutefois pas complètement répondu aux espérances en raison de la sécheresse anormale de l'arrière-saison de l'année 1970.

La circulation de l'eau dans l'adduction est forcée depuis Biesmerée jusqu'au réservoir de Biesme; à partir de Biesme, elle s'effectue par gravité jusque Charleroi.

Avant de pénétrer dans l'agglomération de Charleroi, cette adduction alimente les communes suivantes : Oret, Nalinnes, Gerpinnes, Joncret, Villers-Poterie.

L'adduction sud-est vient se greffer sur l'adduction sud à Marcinelle.

Les deux adductions vers l'agglomération de Charleroi de la S.N.D.E. alimentent les communes suivantes de cette agglomération : Montigny-le-

Tilleul, Loverval, Marcinelle, Couillet, Mont-sur-Marchienne, Montigny-sur-Sambre, Charleroi.

L'alimentation est totale pour les communes de Loverval, Mont-sur-Marchienne et Montigny-le-Tilleul.

La commune de Marcinelle est en outre alimentée par un captage propre situé à Marcinelle. Il a été, d'autre part, mentionné précédemment qu'elle bénéficiera prochainement d'une alimentation complémentaire à partir du captage de Carnelle de l'Association Intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi.

Les communes de Couillet et Montigny-sur-Sambre reçoivent, en supplément, de l'eau de l'Association Intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi; quant à la ville de Charleroi, elle a trois sources d'approvisionnement: un captage propre à la limite des communes de Nalinnes et de Gerpinnes, les alimentations de la S.N.D.E. et une fourniture de la Régie des Eaux de Jumet.

La S.N.D.E. exploite elle-même le réseau de distribution de Mont-sur-Marchienne, Montigny-sur-Sambre, Loverval. Elle vend son eau aux services des eaux des autres communes qui exploitent chacun leur propre réseau de distribution.

La quantité d'eau pompée en 1969 pour l'ensemble des captages alimentant les adductions sud et sud-est vers Charleroi a été de :

Adduction sud :	3.952.000 m³	(10.820 m³/jour)
Adduct. sud-est :	3.371.000 m³	(9.230 m³/jour)
Total :	7.323.000 m³	(20.060 m³/jour)

Il est intéressant de rapprocher ce total du total correspondant des deux autres principaux organismes assurant l'alimentation de l'agglomération de Charleroi :

Régie des Eaux de Jumet :

9.427.860 m³ (25.830 m³/jour)

Association Intercommunale des Eaux de Bassin de Charleroi : 6.234.548 m³ (17.085 m³/jour)

EVOLUTION DES POMPAGES DEPUIS 1960

De manière générale, les débits d'eau pompés par les trois sociétés de distribution considérées ont évolué parallèlement de 1960 à 1969.

Afin d'éliminer tout facteur occasionnel pouvant avoir influencé les pompages, je fournis ci-dessous les débits globaux pompés par *l'ensemble* des trois sociétés pendant les années 1961 à 1968 pour lesquelles des renseignements complets m'ont été communiqués :

Années	m³ pompés annuellement par l'ensemble des trois sociétés	Augmentation ou diminution annuelle
1961	19.134.089	
1962	19.778.217	+ 644.128
1963	20.620.431	+ 842.214
1964	19.635.136	— 985.295
1965	19.904.261	+ 269.125
1966	21.151.793	+ 1.247.532
1967	22.147.295	+ 995.502
1968	22.618.354	+ 471.059

Une diminution du cubage pompé de 1963 à 1964 a été constatée chez les trois distributeurs et résulte sans doute de facteurs climatiques. Cette diminution est d'ailleurs compensée par une augmentation marquée de 1965 à 1966.

De 1961 à 1968, l'augmentation du cubage capté a été pour les trois distributeurs de 3.484.265 m³, soit 18,2 % du cubage de 1961, ce qui correspond à une augmentation annuelle de 2,6 % (par rapport au débit de 1961).

De 1964 à 1968, l'augmentation a été de 2.983.218 m³, soit 15,1 % du cubage de 1964, ce qui correspond à une augmentation annuelle de 3,8%.

En valeur absolue, l'augmentation annuelle des pompages enregistrée de 1964 à 1968 a été pour l'ensemble des trois principaux distributeurs de l'agglomération de Charleroi de 2.983.218/4 = 745.804 m³/an (2.043 m³/jour). Pour la période 1961-1968, l'augmentation annuelle moyenne en valeur absolue a été de 3.484.265/7 = 497.752 m³/an (1.364 m³/jour).

A court terme, il faut donc prévoir une augmentation annuelle des pompages de 1.364 m³/jour à 2.043 m³/jour. Toutefois, si on considère qu'après une pointe de 1.247.532 m³ de 1965 à 1966, l'augmentation des pompages est tombée à 995.502 m³ (de 1966 à 1967) puis à 471.059 m³ (de 1967 à 1968), une prévision d'augmentation annuelle des pompages de 1.500 m³/jour paraît raisonnable.

Pour supprimer les restrictions qui doivent actuellement être imposées en période de sécheresse par les diverses sociétés, il serait en outre nécessaire de disposer au plus tôt d'une capacité-volant d'environ 5.000 m³/jour; cette capacité-volant permettrait également, en dehors des périodes de sécheresse, de récupérer plus aisément les déficits de pompage occasionnés par les travaux d'entretien.

CONSOMMATION D'EAU DES COMMUNES DE L'AGGLOMERATION DE CHARLEROI EN 1969

Les consommations prises en considération sont les consommations brutes mesurées aux compteurs d'entrée des communes; elles diffèrent de la somme des consommations des utilisateurs des pertes dans les réseaux communaux. Ces pertes varient couramment de 1/4 à 1/3 des débits d'entrée; il n'est pas extraordinaire de trouver des pertes de 40 % : Elles peuvent parfois être supérieures à cette valeur dans des réseaux vétustes ou fortement affectés par les dégradations minières.

Il convient toutefois de préciser ici ce qu'on entend par pertes.

Les pertes comprennent :

1) les fuites proprement dites du réseau;
2) les fuites accidentelles au moment et après la construction des routes et la pose des égouts;
3) les purges effectuées à l'occasion de travaux d'entretien ou de réparations, très importantes lorsqu'elles affectent des conduites d'adduction de grand diamètre et de grande longueur;
4) les purges périodiques de tronçons de tuyaux de grande longueur sur lesquels ne sont branchées que quelques habitations, effectuées dans le but d'y maintenir la potabilité de l'eau;
5) les consommations d'eau des services publics, généralement non soumises au comptage pour arrosage des parcs, curage d'égouts, bassins de chasse, incendies, exercices d'incendie...;
6) les tolérances inhérentes à tout comptage d'autant plus fortes que les compteurs sont moins sensibles;
7) les fraudes très fréquentes dans les quartiers populaires, surtout lorsque les maisons sont équipées de compteurs anciens peu sensibles; il est dans ce cas très facile de stocker gratuitement de l'eau dans les baignoires ou autres récipients en laissant couler les robinets goutte à goutte, c'est-à-dire avec un débit insuffisant pour vaincre l'inertie du compteur.

Pour l'ensemble de l'agglomération de Charleroi, la consommation brute a été de 63 m^3 par an et par habitant.

Dans les zones rurales ou semi-rurales entourant l'agglomération de Charleroi, cette consommation n'est par contre que de 35 m^3 par an et par habitant.

Suivant le cours de technique sanitaire de M. le Professeur Leclerc de l'Université de Liège (lequel se réfère au livre « Distribution d'eau dans les agglomérations » - 1963 - par A. Cauvin et G. Didier), les besoins en eau des populations seraient les suivants:

	Minimum	Moyenne	Maximum
Communes rurales	10 m^3/an	46 m^3/an	210 m^3/an
Communes urbaines	31 m^3/an	89 m^3/an	324 m^3/an

Nous ne nous réfèrerons pas aux valeurs maxima qui, pour les communes urbaines, concernent sans doute les très grandes villes et, pour les communes rurales, des régions sèches réclamant une irrigation artificielle intense. Nous prendrons seulement en considération les valeurs minima et moyennes.

Dans l'agglomération de Charleroi, la consommation annuelle brute par habitant est en moyenne de 63 m^3/an et est bien comprise entre les valeurs minimum et moyenne précitées relatives aux communes urbaines.

Autour de l'agglomération de Charleroi, la consommation annuelle brute, qui est de 35m^3 par habitant, se trouve également comprise entre les valeurs minimum et moyenne du tableau précédent relatives cette fois aux communes rurales.

A l'intérieur de l'agglomération de Charleroi, la dispersion des consommations brutes autour de la valeur moyenne de 63 m^3 par an et par habitant est très forte. Les consommations varient en effet de 26 m^3 pour une commune semi-rurale du voisinage de la périphérie à 128 m^3 pour la Ville de Charleroi où se concentrent les bureaux, les grands magasins, les cafés et restaurants. Dans les communes fortement industrialisées, la consommation, dépassant la moyenne de 63 m^3, monte jusque 77 m^3 en raison certainement de l'importance du personnel occupé non résidant dans la commune.

Certains écarts importants par rapport à la moyenne ne peuvent s'expliquer que par les fuites de réseaux de distribution vétustes ou endommagés par les dégâts miniers, ou encore par la surconsommation. Ce dernier cas est celui d'une très grosse commune où les maisons n'étaient pas pourvues de compteurs individuels (tarification à forfait). La non-pénalisation du gaspillage individuel d'eau dans cette commune est à l'origine d'une consommation brute par habitant d'importance anormale.

PERSPECTIVES AU SUJET DE L'ALIMENTATION EN EAU DE L'AGGLOMERATION DE CHARLEROI

(voir planche)

Des projets d'extension des captages ou de rationalisation de la distribution ont été élaborés par les trois principales sociétés de distribution.

Régie des Eaux de Jumet.

Le débit d'eau réellement disponible sera augmenté de deux manières:

a) Par augmentation de la capacité de pompage aux stations de Viesville et Thiméon. A Viesville, un puits actuellement inactif sera équipé d'une pompe.
D'autre part, tant à Viesville qu'à Thiméon, il sera procédé au remplacement et au renforcement d'une partie de l'équipement électromécanique. On peut espérer de ces mesures une augmentation de la capacité de pompage de 200 m³/heure, soit 4.800 m³/jour.

b) Par diminution des pertes du réseau et suppression de la surconsommation. La surconsommation est particulièrement évidente dans cette commune de l'agglomération où les particuliers paient l'eau suivant un forfait fonction du nombre de personnes constituant le ménage et de l'importance des installations sanitaires; la Régie des Eaux de Jumet envisage de pourvoir les maisons de cette commune de compteurs individuels. Il est toujours hasardeux de prévoir les résultats d'une lutte contre les fuites et la surconsommation; en particulier la lutte contre la surconsommation peut être freinée par des facteurs psychologiques, notamment le maintien d'habitudes acquises, aussi longtemps que la pénalisation du gaspillage par une nouvelle tarification n'est pas ressentie à suffisance par les usagers.

Néanmoins, en restant extrêmement prudent, on peut estimer que ces mesures d'économie permettront à plus ou moins longue échéance de rendre disponible un débit d'eau d'au moins 150 m³/heure, soit 3.600 m³/jour.

Au total, grâce aux mesures projetées (augmentation de la capacité de pompage et diminution des pertes et de la surconsommation), la Régie des Eaux de Jumet pourrait être capable de distribuer $4.800 + 3.600 = 8.400$ m³ d'eau supplémentaires par jour.

En dehors de l'augmentation du débit disponible, des mesures sont projetées ou en voie d'achèvement en vue d'assurer une exploitation plus rationnelle du réseau primaire de distribution d'eau. En vue de franchir plus aisément les pointes de consommation, on procède à une extension des installations de stockage de l'eau. On achève la construction à Jumet-Bayemont (point haut du réseau) de réservoirs d'une capacité de 6.000 m³. D'autre part, la Régie des Eaux de Jumet a acheté une carrière abandonnée à Thiméon destinée principalement à constituer un vaste réservoir de stockage, mais qui permettra également, dans une mesure à déterminer, de fournir un débit de venue propre.

Association Intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi.

Cette Association Intercommunale a pris une participation importante (pour un débit de 6.000 m³/jour) dans la construction de l'adduction sud-est vers Charleroi réalisée par la Société Nationale des Distributions d'Eau.

La réalisation d'une nouvelle adduction entre le captage de Carnelle de l'Association Intercommunale et la commune de Marcinelle permettra, d'autre part, d'améliorer l'alimentation de cette commune en utilisant une tranche disponible de la capacité du captage de Carnelle.

Société Nationale des Distributions d'Eau.

La S.N.D.E. a étudié une extension de ses captages dans le calcaire carbonifère du bassin de Dinant dans le prolongement de l'adduction sud-est vers Charleroi. Les projets les plus immédiats portent sur un achat d'eau à l'Association Intercommunale des Eaux de la Molignée (ce qui implique des aménagements relativement peu importants des captages existants de cette Intercommunale) et surtout sur l'équipement de la carrière arrêtée de Bioul. La réalisation de ces projets permettrait de rendre disponible à bref délai un débit supplémentaire de 6.000 m³/jour. A longue échéance, la S.N.D.E. envisage de brancher sur l'adduction sud-est vers Charleroi, divers captages situés toujours dans la province de Namur, à Furnaux, Ermeton-sur-Biert, Flavion, Denée, etc... représentant une capacité globale estimée à environ 10.000 m³/jour.

Mais il ne suffit pas de capter l'eau; il faut également l'amener aux lieux de consommation. Outre l'achèvement dans l'immédiat d'une conduite traversant du nord au sud l'agglomération de Charleroi (avec nouveau franchissement de la Sambre), il est prévu à longue échéance un dédoublement de l'adduction sud-est vers Charleroi entre Mettet et Loverval.

La Société Nationale des Distributions d'Eau vient d'autre part de s'implanter dans la formation de calcaire carbonifère bordant au nord l'agglomération de Charleroi (ou plus vraisemblablement dans du calcaire frasnien en relation hydrologique avec le calcaire carbonifère).

Cette nouvelles implantation s'est heurtée aux objections émises par les sociétés de distribution déjà établies dans cette formation géologique, à savoir la Régie des Eaux de Jumet dont il a été question précédemment et la Compagnie Intercommunale Bruxelloise des Eaux qui possède à Ligny une carrière réservoir jouant un rôle purement régulateur dans son réseau (le débit annuel pompé de cette carrière est relativement faible).

Néanmoins, après étude approfondie de son dossier, un Arrêté Ministériel pris sur avis de l'Administration des Mines a autorisé la S.N.D.E. à capter à Villers-Perwin, par 10 puits groupés, un débit de 15.000 m^3/jour (10.000 m^3/jour fermes, plus 5.000 m^3/jour sous condition que ce pompage supplémentaire ne provoque pas une baisse notable du niveau de la nappe aquifère). Les travaux de forage des puits de Villers-Perwin sont actuellement en cours. Une adduction nord-sud reliera les captages de Villers-Perwin aux conduites primaires de la S.N.D.E. traversant Charleroi. La moitié du débit disponible à Villers-Perwin servira à renforcer l'alimentation de réseaux communaux, l'autre moitié est destinée à assurer l'alimentation des zonings industriels aménagés à Heppignies et Fleurus en bordure nord de l'agglomération de Charleroi, à proximité de l'autoroute de Wallonie.

CONCLUSION

Dans un délai d'environ deux ans, les débits d'eau supplémentaires suivants pourraient être mis à la disposition de l'agglomération de Charleroi ou de son voisinage immédiat :

Régie des Eaux de Jumet.

Renforcement
de la capacité de pompage :
4.800 m^3/jour

Récupération
des fuites et de
la surconsommation :
3.600 m^3/jour

8.400 m^3/jour
8.400 m^3/jour

Association Intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi.

Utilisation pour l'alimentation de la commune de Marcinelle d'une tranche disponible de la capacité du captage de Carnelle 1.000 m^3/jour

S.N.D.E.

Achat d'eau à l'Association Intercommunale des Eaux de la Molignée et aménagement de la carrière de Bioul : 6.000 m^3/jour

Captages de Villers-Perwin (après déduction de 7.000 m^3/jour destinés aux nouveaux zonings industriels) :
8.000 m^3/jour

14.000 m^3/jour
14.000 m^3/jour

Ensemble : 23.400 m^3/jour

A plus longue échéance, on peut envisager l'augmentation du nombre de captages alimentant l'adduction sud-est de Charleroi de la S.N.D.E. (captages projetés à Furnaux, Ermeton-sur-Biert, Flavion, Denée, etc...), captages qui représentent une capacité supplémentaire d'au moins 10.000 m^3/jour. Dans le voisinage du futur dédoublement de l'adduction sud-est (passant par Biesme, Gerpinnes, Gougnies, Villers-Poterie, Acoz et Bouffioulx), il existe d'autre part certainement des possibilités supplémentaires de captage, notamment dans les calcaires frasniens (carrières de marbre noir noyées à Gougnies et environs).

Si l'on considère l'opportunité de disposer au plus tôt d'une capacité-volant de 5.000 m^3/jour destinée au franchissement plus aisé des périodes de sécheresse et si l'on met les chiffres précités en regard de l'augmentation annuelle de la consommation brute des communes de l'agglomération de Charleroi qui est de 1.500 m^3/jour, on arrive à la conclusion que les besoins en eau de l'agglomération de Charleroi sont garantis avec certitude pour au moins 15 ans et très vraisemblablement pour une vingtaine d'années. Si des tensions survenaient pendant cette période dans l'alimentation des communes, elles ne pourraient pas être attribuées à une insuffisance des réserves géologiques, mais à des retards dans la mise en place de l'infrastructure (captages, adductions). De tels retards sont en effet toujours susceptibles d'être provoqués par des difficultés de financement ou même par des difficultés politiques, une tendance apparaissant fréquemment de considérer l'eau extraite d'une région relativement restreinte comme la propriété de cette région plutôt que comme une matière à la disposition de tous ceux qui se trouvent économiquement à sa portée.

Si, à échéance éloignée, le projet d'exploitation à Fleurus d'une mine de barytine prenait forme, il conviendrait évidemment de veiller à ce que l'importante exhaure prévue ne porte pas préjudice aux captages en service ou en cours de réalisation dans la formation de calcaire carbonifère de la bordure nord de l'agglomération de Charleroi; une valorisation de l'eau d'exhaure comme eau potable de distribution pourrait peut-être solutionner ce problème s'il se posait un jour.

Indépendamment des projets de création de nouveaux captages, des améliorations peuvent être apportées aux réseaux de distribution des communes parfois insuffisamment entretenus et dont la vétusté a été fréquemment accélérée par les dégâts miniers.

Je remercie Messieurs FRERE, Directeur de la Régie des Eaux de Jumet, HENRY, Directeur Général adjoint de l'I.E.G.S.P., et RAES, Directeur Régional de la S.N.D.E., des renseignements qu'ils m'ont aimablement communiqués et qui m'ont permis de rédiger la présente note.

Adsorption et désorption du méthane Application au contrôle du dégagement de grisou dans les travaux souterrains *

Adsorptie en desorptie van het methaan Toepassing op de kontrole op de mijngasontwikkeling in de ondergrondse werkplaatsen

R. VANDELOISE **

RESUME

Le charbon est un milieu poreux parcouru par un réseau de fissures. Le charbon peut fixer du méthane, par adsorption, en quantité beaucoup plus importante que celle qui peut être comprimée dans les pores et les fissures. La matière homogène du charbon est très peu perméable au gaz mais grâce au réseau de fissures, même si la diffusion du gaz dans la matière homogène est très lente, celui-ci peut s'écouler à une certaine vitesse vers l'atmosphère des excavations minières.

Les études sur la structure et les propriétés physiques des charbons, qui ont été effectuées dans les différents centres de recherches de la Communauté, ont contribué à une meilleure compréhension du mécanisme du dégagement de grisou dans la mine.

Les recherches ont eu des applications directes dans :

* Communication présentée aux Journées d'Information : « Recherche Charbonnière — Applications à la technique minière — Base pour nouveaux produits », organisées par la Commission des Communautés Européennes, à Luxembourg, les 8 et 9 décembre 1970.

** Ingénieur Principal à l'INIEX,
Bois du Val-Benoît,
Rue du Chéra - 4000 Liège.

SAMENVATTING

Steenkolen vormen een poreus midden dat door een netwerk van spleten doorsneden wordt. Steenkolen kunnen door adsorptie veel grotere hoeveelheden methaan opnemen dan er in de poriën en spleten kunnen gebracht worden door samendrukking. De homogene stof waaruit steenkolen zijn opgebouwd is zeer weinig doorlatend voor mijngas, maar dank zij het net van spleten kan het mijngas, ook al diffundeert het zeer traag door de homogene stof, met een zekere snelheid uitstromen naar de atmosfeer in de ondergrondse ruimten.

De studie van de structuur en de fysieke eigenschappen van de steenkolen, die worden doorgevoerd in de verschillende onderzoekingscentrums van de Gemeenschap, hebben bijgedragen tot een beter begrip van het mechanisme van de mijngasontwikkeling in de mijnen.

Deze onderzoekingen hebben directe toepassingen gekend in:

(*) Voordracht gehouden op de Informatiedagen « Mijnbouwkundig Onderzoek — Toepassingen op de mijntechniek — Basis voor nieuwe Produkten », op 8 en 9 december 1970 te Luxemburg georganiseerd door de Commissie der Europese Gemeenschappen.

(**) Eerstaanwezend Ingenieur bij het NIEB.
Bois du Val-Benoît,
Rue du Chéra, 4000 Liège.

1°) l'étude du gisement du grisou : détermination de la concentration en grisou des couches;

2°) l'étude du dégagement du grisou : explication des phénomènes observés concernant le dégagement de gaz des couches exploitées et des couches voisines, le mode d'abattage et de contrôle du toit, etc...

Parmi les applications minières pratiques, on citera :

1°) la possibilité d'une meilleure prévision des dégagements grisouteux;

2°) le perfectionnement de moyens de lutte contre le grisou tels que le captage ou l'humidification des massifs, compte tenu, par exemple, des résultats des études de perméabilité des charbons ou de l'influence de l'eau sur la désorption du grisou;

3°) pour les mines à dégagements instantanés :
- *la possibilité de fixer des critères de susceptibilité des couches;*
- *la possibilité de prévoir les dégagements instantanés;*
- *le perfectionnement des moyens de prévention et de contrôle de la prévention des D.I.*

L'étude systématique des propriétés physiques des charbons influençant le dégagement de gaz était indispensable pour améliorer la maîtrise du dégagement de grisou dans les mines et accroître ainsi leur rentabilité.

1°) de studie van de aanwezigheid van het mijngas : bepaling van de mijngasconcentratie in de lagen;

2°) de studie van de mijngasontwikkeling : het verklaren van de verschijnselen die waargenomen worden tijdens het vrijkomen van het mijngas uit de ontgonnen lagen en uit de omringende lagen, de winmethode en de dakcontrole, enz...

Als praktische toepassingen in de mijnbouw kan het volgende vermeld worden :

1°) mogelijkheid om de mijngasuitwasemingen beter te voorzien;

2°) vervolmaking van de middelen tot mijngasbestrijding zoals de afzuiging of het bevochtigen van de massieven, waarbij bij voorbeeld rekening gehouden wordt met de resultaten van de studie over de doorlatendheid van de steenkolen, of de invloed van het water op de desorptie van het mijngas;

3°) voor de mijnen met mijngasdoorbraken :
- *de mogelijkheid om de gevoeligheidscriteriums van de lagen vast te stellen;*
- *de mogelijkheid om de mijngasdoorbraken vooraf te bepalen;*
- *het verbeteren van de middelen om een mijngasdoorbraak te voorkomen en de middelen om deze voorkoming te controleren.*

Een systematische studie van de fysieke eigenschappen van de steenkolen die invloed hebben op de mijngasuitwasemingen was onmisbaar voor een betere beheersing van deze mijngasontwikkeling in de mijnen en een verhoging van de rentabiliteit ervan.

INHALTSANGABE

Die Kohle ist eine poröse Substanz, die von einem Netz von Rissen durchzogen wird. Sie kann Methan durch Adsorbierung in weitaus grösserer Menge fixieren, als es in den Poren und Rissen komprimiert werden kann. Die homogene Substanz der Kohle ist sehr wenig gasdurchlässig, aber auf grund des aus Rissen bestehenden Netzes kann Gas, selbst wenn seine Diffusion in der homogenen Substanz sehr langsam ist, mit einer gewissen Geschwindigkeit in die Atmosphäre der Grubenräume eindringen.

Die Untersuchungen über die Struktur und die physikalischen Eigenschaften der Kohle, die in den verschiedenen Forschungsinstituten der Gemeinschaft durchgeführt worden sind, haben zu einem besseren Verständnis des Mechanismus der Ausgasung im Bergbau beigetragen.

Die Forschungen haben eine unmittelbare Anwendung gefunden in :

SUMMARY

Coal is a porous medium, interlaced by a network of cracks. So it can retain methane by adsorption in much larger quantities than can be compressed in the pores and cracks. The homogeneous material of coal is relatively impermeable to gas but thanks to the network of cracks, even though the diffusion of the gas in the homogeneous material is very slow, it may flow at some speed to the atmosphere in mine workings.

Studies carried out at the various Community research centres on the structure and physical properties of coals have contributed to a better understanding of the mechanism whereby firedamp is discharged in a mine.

This research has had direct application in:

1°) der Untersuchung der Schlagwetterführung : Bestimmung des Grubengasinhalts der Flözen;

2°) der Untersuchung der Ausgasung : Erklärung der Erscheinungen, die beim Ausgasung in abgebauten und benachbarten Flözen, beim Abbau, bei der Beherrschung des Hangenden usw. beobachtet wurden.

Unter den Anwendungsmöglichkeiten für die bergmännische Praxis wären zu nennen :

1°) eine bessere Ausgasungsvorausschau;

2°) die Verbesserung der Mittel zur Grubengasbekämpfung wie beispielsweise die Grubengasabsaugung oder die Befeuchtung des Flözes unter Berücksichtigung beispielsweise der Ergebnisse der Untersuchungen über die Durchlässigkeit der Kohle oder des Einflusses von Wasser auf die Grubengasdesorption;

3°) für die gasausbruchsgefährliche Gruben :
- *die Möglichkeit, Gefährdungskriterien für die Flöze festzusetzen;*
- *die Möglichkeit, Grubengasausbrüche vorauszusehen;*
- *die Verbesserung der Mittel zur Verhütung und zur Überwachung der Verhütung von Grubengasausbrüchen.*

Die systematische Untersuchung der physikalischen Eigenschaften der Kohle, welche das Freiwerden von Gas beeinflussen, war für eine verbesserte Grubengasbekämpfung im Bergbau und damit auch eine gesteigerte Rentabilität unerlässlich.

1°) the study of firedamp occlusion : determination of the concentration of firedamp in the seams;

2°) the study of the emission of firedamp : explanation of the phenomena observed with regard to the emission of gas from seams being worked and neighbouring seams, method of stripping and roof control, etc.

Among practical mining applications, the following may be mentioned :

1°) the possibility of improving the forecasting of firedamp discharges;

2°) the improvement of firedamp control methods such as drainage or humidification of coal seams, bearing in mind for example the results obtained from studies of coal permeability or the effect of water on firedamp desorption;

3°) for mines liable to sudden outbursts :
- *the possibility of laying down criteria relative to the susceptibility of seams;*
- *the possibility of forecasting sudden outbursts;*
- *improvement of methods of controlling and preventing sudden outbursts.*

The systematic study of the physical properties of coal having an effect on the emission of gas was essential in improving firedamp emission control in mines and in thereby increasing their profitability.

SOMMAIRE

INHOUD

0. INTRODUCTION

Le dégagement de grisou dans les mines crée à la fois un danger et une gêne pour l'exploitation. Le dégagement de grisou constitue, à l'heure actuelle, l'obstacle majeur à l'accroissement des vitesses d'avancement et des productions unitaires des chantiers. Il contrarie l'application de certaines méthodes d'exploitation telles que les tailles rabattantes et il empêche le développement de l'électrification par l'application nécessaire de réglementations sévères.

Pour mener à bien, le plus efficacement possible, la lutte contre le grisou, il faut connaître son mode de gisement et être renseigné sur les quantités de gaz présentes dans les couches et leurs épontes. Il faut aussi connaître le mécanisme du dégagement de grisou des charbons et les lois du dégagement dans les chantiers. A partir de là, on pourra tenter de prévoir les dégagements grisouteux et on pourra fixer les moyens de lutte qui consisteront, soit à diluer le grisou dans l'air de ventilation, soit à le capter près des sources d'émission, soit à empêcher (retarder et étaler) son dégagement.

La connaissance du gisement du grisou et du mécanisme de sa libération nécessitait des études théoriques et des essais de laboratoire, car la structure même du charbon et certaines de ses propriétés physiques influencent la fixation et la libération du grisou par les couches. Par ailleurs, des problèmes pratiques — comme la détermination de la concentration en gaz des couches, la prévision des dégagements grisouteux, le perfectionnement des moyens de lutte contre le grisou, la maîtrise du phénomène brutal constitué dans certaines mines par les dégagements instantanés (projections importantes de gaz et de charbon fin) — ne pouvaient trouver de solution que sur la base d'une meilleure connaissance des phénomènes fondamentaux de l'adsorption et de la désorption du méthane par les charbons, jointe à d'autres recherches à poursuivre dans la mine.

Dans les programmes de recherche concernant le grisou, les Instituts de Recherches de la Communauté ont donc réservé une place importante aux études théoriques et aux essais de laboratoire consacrés à la physique du dégagement du gaz.

Notre propos est de faire le point sur les résultats de l'étude de la structure et des propriétés des c harbons qui influencent le dégagement de grisou. Ensuite, nous citerons les applications directes de ces recherches à l'étude du gisement et du dégagement de grisou dans la mine. Enfin,

0. INLEIDING

Het vrijkomen van mijngas in de mijnen betekent terzelfdertijd een gevaar en een hinder voor de ontginning. Momenteel is de mijngasontwikkeling de voornaamste hinderpaal voor de vergroting van de vooruitgang per dag en de produktie per werkplaats. Ze werkt de toepassing van bepaalde ontginningsmethoden tegen, zoals de terugwaartse ontginning, en verhindert de ontwikkeling van de elektrificatie omdat strenge reglementaire bepalingen moeten worden opgelegd.

Om het mijngas zo doeltreffend mogelijk te kunnen bestrijden moet men iets afweten van de manier waarop het aanwezig is en inlichtingen hebben over de hoeveelheden gas die opgehoopt zitten in de lagen en hun nevengesteenten. Men moet ook weten volgens welk mechanisme het mijngas vrijkomt uit de steenkolen en volgens welke wetten het vrijkomt in de werkplaatsen. Op grond daarvan kan men trachten de mijngasontwikkeling vooraf te bepalen en kan men de bestrijdingsmiddelen kiezen; deze bestaan ofwel in het verdunnen van het mijngas in de ventilatielucht ofwel in het opvangen van het mijngas nabij de emissiebron, ofwel in het voorkomen (uitstellen of spreiden) van de ontwikkeling.

Voor de kennis van de aanwezigheid van het mijngas en het mechanisme volgens hetwelk het vrijkomt was een theoretische studie nodig en laboratoriumproeven, want de structuur zelf van de steenkolen en sommige van hun fysieke eigenschappen hebben een invloed op de vasthechting en het vrijkomen van mijngas in de lagen. Overigens konden praktische problemen — zoals het bepalen van de mijngasconcentratie van de lagen, het vooraf bepalen van mijngasuitwasemingen, de verbetering van de middelen tot bestrijding van het mijngas, de beheersing van het brutale verschijnsel dat in sommige mijnen optreedt en mijngasdoorbraak genoemd wordt (omvangrijke projecties van gas en fijne kolen) — enkel opgelost worden dank zij een betere kennis van de fundmentele problemen inzake adsorptie en desorptie van het methaan door de steenkolen, in combinatie met andere onderzoekingen die in de mijn moeten worden voortgezet.

In de onderzoekingsprogramma's over het mijngas hebben de Onderzoekingsinstituten van de Gemeenschap dan ook een grote plaats ingeruimd voor de theoretische studie en de laboratoriumproeven over de fysiek van de gasontwikkeling.

Ons opzet is een actueel overzicht te geven van de resultaten der studie over de structuur en de eigenschappen van de steenkolen die een invloed hebben op de mijngasontwikkeling. Vervolgens geven wij de rechtstreekse toepassingen van dit onderzoekingswerk op de studie van de afzetting en het vrijkomen van mijngas in de mijn. Ten-

nous évoquerons les applications pratiques à l'exploitation minière.

1. STRUCTURE ET PROPRIETES DES CHARBONS

10. Généralités

Le charbon peut être considéré comme un milieu poreux, parcouru par un réseau de fissures. A cause de leur fine porosité, les houilles possèdent des surfaces internes très étendues et sont ainsi capables d'adsorber de grandes quantités de méthane. Nous préciserons la nature de la liaison gaz-charbon et nous indiquerons les valeurs des capacités d'adsorption.

La matière homogène du charbon cernée par le réseau de fissures est très peu perméable au gaz, mais grâce précisément aux fissures — même si la diffusion du gaz dans la matière homogène est très lente — le grisou peut s'écouler à une certaine vitesse vers le vide des excavations minières. Nous préciserons les modes de circulation du gaz dans les charbons et la notion de vitesse de désorption.

L'humidité joue un rôle important sur l'adsorption et la désorption du méthane. L'étude de cette influence implique des applications directes dans la mine.

11. Structure du charbon

111. Porosité.

L'ordre de grandeur de la porosité des charbons varie entre des limites assez larges. A titre d'exemple, pour 4 charbons belges, on a obtenu : 0,023 - 0,043 - 0,125 - 0,139 cm^3/g (1).

Aucune relation nette n'est apparue entre le degré de houillification et la porosité des charbons.

Plus que la valeur globale du volume des pores, c'est la répartition de ce volume en fonction des dimensions des pores qui est importante pour la fixation (adsorption) du méthane par le charbon. On peut distinguer conventionnellement trois classes de pores :

1°) des micropores (assimilables à des canaux cylindriques) dont le rayon moyen est inférieur à 50 Å;
2°) des pores intermédiaires, de rayon compris entre 50 et 500 Å;
3°) des macropores, de rayon supérieur à 500 Å.

(1) Ces porosités ont été mesurées au laboratoire sur des charbons à 21-27 % de matières volatiles.

slotte maken wij gewag van de praktische toepassing in de mijnontginning.

1. STRUCTUUR EN EIGENSCHAPPEN VAN DE STEENKOLEN

10. Algemeenheden

Steenkolen kunnen aanzien worden als een poreuze stof met een netwerk van splijtingen. Wegens hun fijne porositeit hebben steenkolen een zeer uitgestrekt inwendig oppervlak en kunnen ze zo grote hoeveelheden methaan opslorpen. Wij zullen nadere bijzonderheden geven over de aard van de binding gas-steenkool en wij zullen de waarde van de adsorptiecapaciteit aangeven.

De homogene massa der steenkolen, ingesloten in een netwerk van fijne splijtingen, is zeer weinig doorlatend voor gas doch het is precies aan deze splijtingen te danken dat het mijngas — ook al is de diffusie van het gas in de homogene massa zeer langzaam — met een bepaalde snelheid kan wegstromen naar de ledige ruimte van de mijnuithollingen. Wij zullen meer bijzonderheden geven over de manieren waarop het mijngas zich in de lagen verplaatst en over de notie desorptiesnelheid.

De vochtigheid heeft een grote invloed op de adsorptie en de desorptie van het methaan. De studie van deze invloed vergt rechtstreekse toepassingen in de mijn.

11. Structuur van de steenkolen

111. Porositeit.

De grooteorde van de porositeit van steenkolen varieert binnen vrij brede grenzen. Wij geven bij voorbeeld de cijfers voor 4 Belgische kolensoorten : 0,023 - 0,043 - 0,125 - 0,139 cm^3/g (1).

Er werd geen enkel duidelijk verband vastgesteld tussen de inkolingsgraad en de porositeit van de steenkolen.

Belangrijker dan het globale volume van de poriën is voor het fixeren (adsorberen) van het methaan in de steenkolen de verdeling van dit volume volgens de afmetingen van de poriën. Conventioneel onderscheidt men drie klassen van poriën :

1°) microporiën (te vergelijken met cilindrische kanalen) met een gemiddelde straal van minder dan 50 Å;
2°) middelgrote poriën, met een straal tussen 50 en 500 Å;
3°) macroporiën, met een straal van meer dan 500 Å.

(1) Deze porositeitsmetingen werden in het laboratorium uitgevoerd op steenkolen met 21 tot 27 % vluchtige bestanddelen.

Grâce à leur fine porosité, les charbons présentent des surfaces internes très grandes. Ces surfaces internes ont des étendues de l'ordre de quelques dizaines à plus de 100 et même jusqu'à 200 m^2/g, qui leur confèrent un pouvoir de fixation de méthane très élevé.

Dank zij hun fijne porositeit hebben steenkolen zeer grote inwendige oppervlakken. Deze inwendige oppervlakken bereiken afmetingen van enkele tientallen tot meer dan 100 en zelfs tot 200 m^2/g zodat ze een zeer hoog vermogen hebben om methaan vast te houden.

112. Fissuration.

L'observation des charbons au microscope montre que ceux-ci sont traversés par un réseau de fissures en communication les unes avec les autres. Ces fissures sont espacées de quelques microns à quelques centaines de microns; leur ouverture varie d'une fraction de micron à quelques microns.

112. Splijtingstoestand.

Neemt men steenkolen waar in het microscoop dan ziet men een netwerk van spleten die met elkaar in verbinding staan. De afstand tussen de spleten gaat van enkele micron tot enkele honderden micron; de opening varieert van een fractie van een micron tot enkele micron.



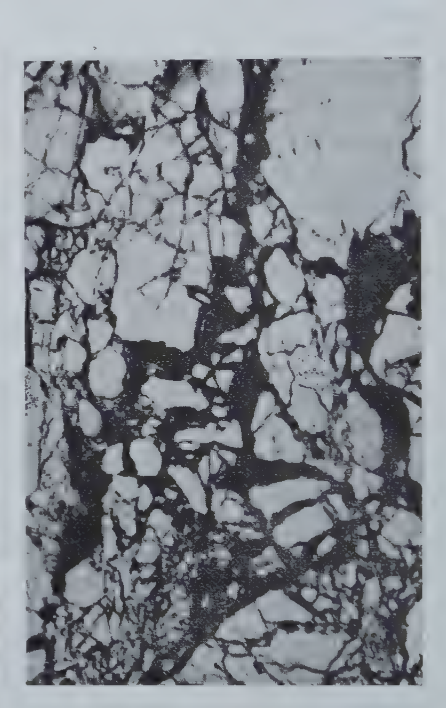


Fig. 1.
Splijtingstoestand van steenkolen (klassen II-IV-V).

On a fait des mesures de fissuration d'échantillons de charbon en comptant au microscope les fissures ouvertes ou fermées qui apparaissent sur une section polie de l'échantillon. Les charbons ont été rangés en cinq classes définies par un nombre de fissures par centimètre, de plus en plus grand (fig. 1) (*). On a ainsi constaté que les charbons sujets à D.I. étaient souvent beaucoup plus fissurés que les charbons normaux, bien que leur perméabilité reste très faible.

Men heeft de splijtingstoestand van kolenmonsters gemeten door met de microscoop de open en dichte spleten te tellen die te voorschijn komen op een gepolijst oppervlak van het monster. De steenkolen werden ingedeeld in vijf klassen die zich onderscheiden door een toenemend aantal spleten per centimeter (fig. 1) (*). Zo heeft men vastgesteld dat kolen die onderhevig zijn aan mijngasdoorbraken vaak meer gespleten zijn dan gewone steenkolen, alhoewel hun permeamiliteit zeer klein blijft.

(*) Les charbons les plus fissurés présentent jusqu'à 1 200 fissures par centimètre. Ce sont de véritables agglomérés naturels.

(*) De meest gespleten kolen hebben tot 1.200 spleten per centimeter. Het zijn echter natuurlijke agglomeraten.

Slijtingstoestand van steenkolen (klassen II-IV-V).

12. Liaison gaz-charbon.

La nature physique de la liaison gaz-charbon n'est pas encore parfaitement connue. On admet cependant, généralement, qu'elle résulte principalement d'une adsorption physique monomoléculaire, réalisée par les liaisons de Van der Waals et qui obéit à la loi de Langmuir (**).

Dans cette hypothèse, l'adsorption du méthane se limite au recouvrement des surfaces internes par une couche monomoléculaire, malgré l'accroissement continu de la pression.

D'après Coppens, a priori, on peut estimer qu'il doit en être ainsi. En effet, quand la première couche adsorbée s'est formée, les molécules d'une éventuelle seconde couche se trouveraient trop écartées de la surface pour en subir les sollicitations. En effet, les forces de Van der Waals décroissent suivant la 7ème puissance des distances. Aussi, la formation d'une éventuelle seconde couche impliquerait-elle de fortes interactions entre les molécules de méthane de la première couche et de la seconde couche. On sait qu'en réalité les interactions méthane-méthane sont très faibles.

D'autre part, en admettant le caractère monomoléculaire de l'adsorption du méthane, les données de l'adsorption permettent d'attribuer au méthane un diamètre moléculaire de 3,98 Å. Cette grandeur est en très bonne concordance avec les données de la littérature.

Au surplus, on a pu montrer que les quantités de méthane réellement adsorbées sous les diverses pressions satisfont de façon très rigoureuse à la relation de Langmuir, basée précisément sur l'hypothèse de l'adsorption monomoléculaire.

Les charbons sont doués d'un pouvoir adsorbant très élevé grâce à leur fine porosité et à leur grande surface interne. Le pouvoir adsorbant élevé explique, entre autres, la rétention, dans les couches de houille, de quantités de méthane dont l'ampleur est incompatible avec les pressions de

(**) La relation de Langmuir peut s'écrire sous la forme linaire :

$$\frac{P}{m} = \frac{1}{m_s K} + \frac{1}{m_s} P$$

où P = pression du gaz.

m_s = quantité de gaz adsorbée quand toute la surface est recouverte par une couche monomoléculaire.

m = $m_s s_1$ = quantité de gaz adsorbée par la seule fraction de surface s_1 avec $s_0 + s_1 = 1$ (pour une surface unitaire, s_0 désigne l'aire de la surface nue et s_1 celle de la surface couverte).

K est un coefficient de proportionnalité qui, à une température donnée, dépend à la fois de la nature du solide et de la nature du gaz.

12. Verbinding gas-kolen

De fysieke aard van de verbinding gas-kolen is nog niet helemaal bekend. Toch wordt algemeen aangenomen dat het hoofdzakelijk gaat om een fysieke monomoleculaire adsorptie bestaande uit Van der Waals verbindingen en gehoorzamend aan de wet van Langmuir (**).

In die hypothese blijft de adsorptie van methaan beperkt tot het bedekken van de inwendige oppervlakken met een monomoleculaire laag, ondanks een onophoudelijke stijging van de drukking.

Volgens Coppens kan men a priori veronderstellen dat het zo moet zijn. Wanneer immers de eerste laag geadsorbeerd is zouden de moleculen van een tweede laag te ver van het oppervlak liggen om erdoor te worden beïnvloed. De krachten van Van der Waals nemen dan ook af volgens de zevende macht van de afstand. Daarom zou de vorming van een tweede laag een sterke wisselwerking vereisen tussen de methaanmoleculen van de eerste en die van de tweede laag. Men weet dat de wisselwerking van methaan tot methaan in werkelijkheid zeer zwak is.

Neemt men anderzijds het monomoleculaire karakter van de adsorptie van methaan aan, dan volgt uit de gegevens van die adsorptie voor het methaan een moleculendoormeter van 3,98 Å. Deze grootte komt zeer goed overeen met de gegevens van de literatuur.

Bovendien heeft men kunnen aantonen dat de hoeveelheden methaan die bij verschillende drukkingen werkelijk worden opgeslorpt, zeer nauwkeurig overeenkomen met de formule van Langmuir, die precies gebaseerd is op de monomoleculaire adsorptie.

De steenkolen hebben een zeer hoog adsorberend vermogen dank zij hun fijne porositeit en hun groot inwendig oppervlak. Dit adsorberend vermogen geeft onder meer de verklaring van de aanwezigheid in de kolenlagen van hoeveelheden methaan die zo groot zijn dat het verschijnsel

(**) De vergelijking van Langmuir kan lineair geschreven worden :

$$\frac{P}{m} = \frac{1}{m_s K} + \frac{1}{m_s} P$$

waarin

P = drukking van het gas.

m_s = hoeveelheid geadsorbeerd gas, wanneer heel de oppervlakte bedekt is met een monomoleculaire laag.

m = $m_s s_1$ = hoeveelheid gas geadsorbeerd enkel door het gedeelte van het oppervlak s_1 waarin $s_0 + s_1 = 1$ (voor een enheid van oppervlak betekent s_0 het niet bedekte gedeelte en s_1 het bedekte gedeelte).

K is een evenredigheidscoëfficiënt die voor een bepaalde temperatuur zowel van de aard van de vaste stof als van de aard van het gas afhangt.

gaz qui y règnent. A ces pressions, le volume de gaz comprimé dans les vides du charbon ne dépasse pas quelques m³/t.

De nombreuses houilles belges (et étrangères) présentent une capacité de fixation de méthane de 20 m³/t à la pression de 50 atm et à la température de 27° C (fig. 2). Rappelons que la concentration en gaz d'un charbon est fonction :

— de la nature du charbon (son rang ou degré de houillification),
— de la pression du gaz,
— de la température,
— de l'humidité,
— de la teneur en cendres.

niet in overeenstemming te brengen is met de heersende gasdruk. Bij deze drukkingen komt het volume gas dat in de ledige ruimten van de steenkolen samengedrukt zit niet hoger dan enkele m³/t.

Talrijke Belgische (en vreemde) kolensoorten hebben voor methaan een fixeervermogen van 20 m³/t bij een drukking van 50 atm en een temperatuur van 27 °C (fig. 2). Wij herinneren eraan dat de concentratie van het gas in de kolen afhangt van:

— de aard van de kolen (rang of inkolingsgraad),
— de gasdrukking,
— de temperatuur,
— de vochtigheid,
— het asgehalte.

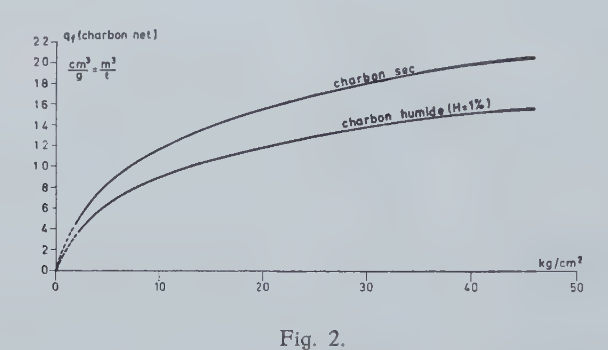


Fig. 2.

Isotherme d'adsorption de méthane d'un charbon.

Adsorptieïsothermen voor methaan van een kolensoort.

L'influence de l'humidité sur la concentration en gaz est importante. Dans les conditions citées ci-avant, une humidité de 1 % réduit la concentration de 20 à 15 m³/t.

De même, une élévation de la température réduit la capacité de fixation; cette diminution atteint environ 0,8 % par °C.

A la suite des essais de laboratoire, deux méthodes de détermination de la concentration en gaz des couches ont été mises au point.

1°) *Un procédé indirect* (élaboré par le StBV) consistant à déterminer au laboratoire l'isotherme d'adsorption du charbon étudié et à lire sur cette courbe la capacité de fixation de gaz correspondant à la pression mesurée dans la couche.

2°) *Un procédé direct* (élaboré par le Cerchar) consistant à déterminer directement, sur un échantillon de charbon prélevé en sondage, le volume de grisou désorbable à la pression atmosphérique.

De vochtigheid heeft een grote invloed op de gasconcentratie. In de hiervoor vermelde omstandigheden betekent een vochtigheidsgraad van 1% een vermindering van de concentratie van 20 tot 15 m³/t.

Ook een temperatuurverhoging vermindert het fixeervermogen; deze vermindering gaat tot 0,8 % per °C.

Ingevolge de laboratoriumproeven werden twee methoden uitgewerkt voor het bepalen van de gasconcentratie in de kolenlagen :

1°) *Een onrechtstreeks procédé* (uitgewerkt door het StBV) bestaande uit het bepalen, in het laboratorium, van de adsorptieïsotherm van de bestudeerde steenkolen en het aflezen op deze kromme van de fixeercapaciteit voor gas overeenkomend met de in de laag opgemeten drukking.

2°) *Een rechtstreeks procédé* (uitgewerkt door het Cerchar) bestaande uit het rechtstreeks bepalen, op een kolenmonster dat in een boring wordt opgenomen, van het mijngasvolume dat op atmosferische druk kan worden gedesorbeerd.

L'étude des isothermes d'adsorption des charbons belges (fig. 3) a montré un maximum de capacité de fixation de méthane pour les charbons à 14-15 % de matières volatiles et semble indiquer une décroissance de cette capacité pour les charbons moins houillifiés, jusqu'à 33 % de M.V. Le gisement de Campine a paru, dès lors, généralement moins grisouteux que le gisement du bassin du sud de la Belgique, bien qu'il y ait cependant des chantiers très grisouteux en Campine.

Dans un même gisement, il semble aussi que la capacité d'adsorption augmente avec la profondeur, le degré de houillification augmentant lui aussi avec la profondeur.

De studie van de adsorptieïsothermen van de Belgische steenkolen heeft aangetoond (fig. 3) dat er een maximum bestaat in de fixeercapaciteit voor methaan bij steenkolen met 14-15 % vluchtige bestanddelen, terwijl deze capaciteit schijnt te verminderen voor minder ingekoolde soorten, tot 33 % vluchtige bestanddelen. De steenkolenbeddingen van de Kempen bleken dus in het algemeen minder mijngasachtig dan die van het zuiden van België, al bestaan er zeer mijngasachtige werkplaatsen in de Kempen.

In eenzelfde afzetting blijkt de adsorptiecapaciteit ook toe te nemen met de diepte, terwijl de inkolingsgraad eveneens toeneemt met de diepte.

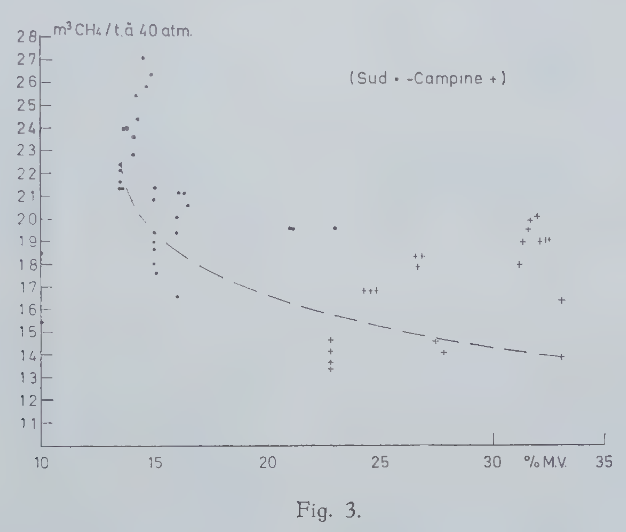


Fig. 3.

Capacité de fixation de méthane des charbons belges.

Fixeercapaciteit voor methaan van de Belgische steenkolen.

L'influence de la composition pétrographique sur la capacité d'adsorption des charbons n'est pas complètement élucidée. Ce facteur joue sans doute un rôle, mais il est dans la plupart des cas masqué par d'autres effets plus importants. Divers chercheurs ont signalé que les charbons riches en vitrain avaient des capacités d'adsorption de méthane plus élevées que les charbons riches en durain ou en fusain.

De invloed van de petrografische samenstelling op de adsorptiecapaciteit van de steenkolen is niet volledig duidelijk. Zonder twijfel speelt deze factor een rol maar die wordt in het merendeel van de gevallen in de schaduw gesteld door andere belangrijkere invloeden. Verschillende vorsers hebben gesignaleerd dat steenkolen met veel vitriet hogere adsorptiecapaciteiten voor methaan hebben dan kolen met veel duriet of fusiet.

13. Circulation du gaz dans les charbons

Gunther (Cerchar) a proposé une théorie de la circulation du gaz dans les charbons que nous résumons ici :

« Les charbons constituent un milieu pratiquement imperméable au gaz mais qui est drainé par un réseau de fissures. Lorsqu'un morceau de charbon, de l'ordre du centimètre, en équilibre avec du gaz sous pression (par exemple dans une couche vierge), se trouve brusquement mis à l'atmos-

13. Verplaatsing van het gas in de steenkolen

Gunther (Cerchar) heeft over de verplaatsing van het gas in de steenkolen een theorie opgesteld die wij hier samenvatten.

«Steenkolen vormen voor gas een haast ondoordringbaar midden dat evenwel doorsneden is door een stel spleten. Wanneer een brok kolen, van zowat 1 cm grootte, dat in evenwicht is met gas onder druk (bij voorbeeld in een onaangeroerde laag), plots aan atmosferische druk wordt bloot-

phère, les fissures se vident instantanément de leur gaz et la matière peu perméable qu'elles délimitent se dégaze lentement. La figure 4 montre quelques résultats expérimentaux relatifs à ce phénomène. Il y a entre les charbons de très grosses différences dues surtout au fait que les fissures sont plus ou moins nombreuses; la perméabilité très faible du charbon lui-même varie peu d'un échantillon à l'autre.

gesteld, lopen de spleten onmiddellijk leeg terwijl de ondoordringbare stof tussen de spleten haar gas langzaam verliest. Figuur 4 geeft voor dit verschijnsel enkele proefondervindelijke resultaten. Tussen de verschillende steenkolensoorten bestaan zeer grote verschillen die vooral te wijten zijn aan het feit dat de spleten min of meer talrijk zijn; de doorlatendheid van de steenkolen zelf is zeer laag en verschilt weinig van het ene monster tot het andere.

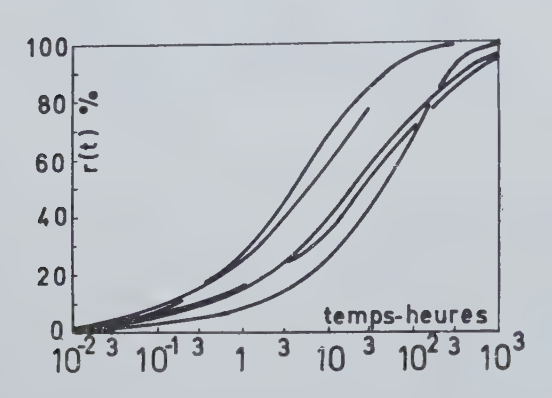


Fig. 4.

Cinétiques de désorption de divers charbons en morceaux de plus de 1 cm, saturés en CH4.
r (t) = quantité désorbée au temps t par rapport à la quantité totale désorbée.
(Fig. extraite de la publication Cerchar n° 1588.)

Cinetiek van desorptie van verschillende kolenbrokken van meer dan 1 cm, doordrenkt met CH4.
r (t) = gedesorbeerde hoeveelheid op de tijd t in vergelijking met de totale gedesorbeerde hoeveelheid.
(Figuur, genomen uit de publikatie Cerchar nr. 1588.)

» Les courbes de désorption représentées sur la figure 4 dépendent peu de la dimension du morceau de charbon tant que celle-ci est supérieure à la distance entre fissures. Par contre, lorsqu'on crée de nouvelles surfaces de dégazage par broyage, le dégagement devient bien plus rapide : un grain de 10 microns est dégazé en un quart d'heure environ ».

Dans la mine, la condition nécessaire à la libération du gaz est un abaissement de sa pression dans la couche. L'équilibre entre le gaz libre contenu dans les fissures et dans le volume poreux du charbon et le gaz adsorbé par les surfaces internes est alors rompu et il se produit une désorption jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre soit atteint.

L'écoulement du gaz se fait dans le sens du gradient de pression. Lors de sa migration, à partir de la surface interne de la particule de charbon, la molécule de méthane effectue successivement divers types de mouvements :

1) une diffusion solide dans la zone des micropores;
2) une diffusion libre dans la zone des macropores;
3) un écoulement visqueux dans la zone des fines fissures;
4) un écoulement laminaire dans la zone des fissures plus grosses;
5) un écoulement turbulent dans la zone des fissures grossières.

» De desorptiekrommen van figuur 4 hangen slechts weinig af van de afmetingen van de kolenbrok zolang deze groter is dan de afstand tussen de spleten. Maakt men daarentegen nieuwe ontgassingsoppervlakken, door het malen van het produkt, dan wordt de ontgassing versneld : een korrel van 10 micron verliest zijn gas in zowat een kwartier. »

De voorwaarde die vereist is opdat het mijngas in de mijn zou vrijkomen is een vermindering van de drukking ervan in de laag. In dat geval wordt het evenwicht tussen het vrije gas in de spleten en het poriënvolume van de steenkolen en het door de inwendige oppervlakken geabsorbeerde gas verbroken en treedt er desorptie op totdat een nieuwe evenwichtstoestand wordt bereikt.

De stroming van het gas verloopt in de zin van de drukkingsgradiënt. Vertrekkend van het inwendig oppervlak van het kolendeeltje voert het methaanmolecule achtereenvolgens de volgende typen van bewegingen uit:

1) een vaste diffusie in de zone van de microporiën;
2) een vrije diffusie in de zone van de macroporiën;
3) een visceuze stroming in de zone der fijne spleten;
4) een laminaire stroming in de zone der grotere spleten;
5) een turbulente stroming in de zone der grove spleten.

La diffusion est un phénomène extrêmement lènt et est donc déterminante pour la vitesse de dégazage.

De façon plus schématique, on peut décrire la circulation des gaz contenus dans le charbon sous la forme d'un phénomène complexe comportant :

1°) Un écoulement dans les micropores en direction des fissures régi par la loi de Fick :

$$q_1 = DS \frac{dC}{dl} \quad (1)$$

où q_1 = débit en volume,
D = coefficient de diffusion (valeur moyenne $D = 10^{-10}$ cm²/s),
S = section transversale,
C = concentration en gaz,
l = longueur.

2°) Un écoulement dans les fissures régi par la loi de Darcy :

$$q_2 = \frac{kS}{\mu} \frac{dp}{dl} \quad (2)$$

où q_2 = débit en volume,
k = perméabilité (*),
μ = viscosité du gaz,
S = section transversale,
p = pression,
l = longueur.

Dans le premier mode d'écoulement, l'énergie motrice est fournie par le gradient de concentration en gaz. Ce mode d'écoulement est extrêmement lent. Pour des grains de charbon sphériques et un degré de dégazage égal à 90 %, en prenant comme coefficient effectif de diffusion la valeur $D = 10^{-10}$ cm²/s, on a cité, pour diverses granulométries, les temps de dégazage suivants :

Diamètre du grain :	*Temps de dégazage :*
1 μm	4,6 s
100 μm	13 h
1 cm	15 ans
1 m	150.000 ans

Dans le deuxième mode d'écoulement, l'énergie motrice est fournie par un gradient de pression de gaz.

Ces deux modes d'écoulement sont bien entendu interdépendants, la concentration en gaz d'un charbon à l'état d'équilibre dépendant directement de la pression du gaz dans le réseau de fissures.

(*) Pour un anthracite perméable, la perméabilité décroît de 1 à 10^{-2} darcy quand la contrainte passe de 0 à 300 bars et, pour un charbon peu perméable de 10^{-2} à 10^{-5} darcy, entre les mêmes limites de contrainte.

De diffusie is een uiterst traag verschijnsel dat bijgevolg bepalend is voor de snelheid van de ontgassing.

Meer schematisch kan men de verplaatsing van het in de steenkolen opgesloten gas beschrijven in de vorm van een samengesteld verschijnsel, bevattende :

1°) Een stroming in de microporiën in de richting van de spleten, volgens de wet van Fick :

$$q_1 = DS \frac{dC}{dl} \quad (1)$$

met : q_1 = volumedebiet,
D = diffusiecoëfficiënt (gemiddelde waarde 10^{-10} cm²/s),
S = dwarsdoorsnede,
C = gasconcentratie,
l = lengte.

2°) Een stroming in de spleten volgens de wet van Darcy :

$$q_2 = \frac{kS}{\mu} \frac{dp}{dl} \quad (2)$$

met : q_2 = volumedebiet,
k = permeabiliteit (*),
μ = viscositeit van het gas,
S = dwarsdoorsnede,
p = drukking,
l = lengte.

Bij de eerste stromingswijze wordt de motorische kracht geleverd door de concentratiegradiënt van het gas. Deze stromingswijze is buitengewoon traag. Met bolvormige korrels en een ontgassingsgraad van 90 % geeft men, met als effectieve diffusiecoëfficiënt de waarde $D = 10^{-10}$ cm²/s, voor verschillende korreldoormeters de volgende ontgassingstijden op :

Doormeter van de korrel	*Ontgassingstijd*
1 μm	4,6 s
100 μm	13 h
1 cm	15 jaar
1 m	150.000 jaar

Bij de tweede stromingswijze wordt de motorische kracht geleverd door een gasdrukgradiënt.

Het spreekt vanzelf dat er tussen deze twee stromingswijzen een zeker verband bestaat, vermits de gasconcentratie van steenkolen in evenwicht rechtstreeks afhangt van de gasdruk in het spletennet.

(*) Bij doorlatende antraciet neemt de permeabiliteit af van 1 tot 10^{-2} darcy wanneer de druk stijgt van 0 tot 300 bars ; gaat het om een weinig doorlatende kolensoort, dan zijn de cijfers respectievelijk 10^{-2} en 10^{-5} darcy binnen dezelfde drukgrenzen.

Quoi qu'il en soit, pour le mineur il faut rappeler, en le soulignant, que seules les couches de charbon détendues sont susceptibles de perdre des quantités appréciables de gaz, tout au moins aux échelles de temps qui intéressent l'exploitation minière ou le captage industriel de grisou et que, jusqu'à présent, le seul moyen de détendre un faisceau de couches, dans un volume suffisamment étendu, est l'exploitation de l'une des couches de ce faisceau. C'est en effet le phénomène de la fissuration et de la détente des couches et des terrains qui active le mécanisme du dégagement de grisou. C'est ce phénomène qui explique le succès ou l'insuccès des procédés d'exploitation du méthane actuellement appliqués.

Wat er ook van zij, voor de mijnwerkers is belangrijk en moet onderstreept worden dat alleen ontspannen kolenlagen merkelijke hoeveelheden gas kunnen verliezen, ten minste binnen een tijdslimiet die interessant is uit oogpunt mijnontginning of industriële mijngascaptatie en dat het enige middel om een lagenbundel over een voldoende uitgestrektheid te ontspannen tot nu toe bestaat in het ontginnen van één der lagen van deze bundel. Het is immers het verschijnsel van het splijten en het ontspannen van lagen en gesteenten dat het vrijkomen van het mijngas activeert. Dit verschijnsel verklaart de goede of slechte resultaten van de thans voor het exploiteren van het mijngas aangewende procédé's.

14. Influence de l'humidité

1) *Sur la fixation (l'adsorption) du gaz.*

Rappelons que l'influence de l'humidité sur la concentration en gaz est importante. L'humidité réduit la capacité d'adsorption par rapport à un charbon sec dans la proportion :

$$\frac{1}{1 + 0{,}31\ H} \qquad (*)$$

où H est l'humidité exprimée en pourcents.

14. Invloed van de vochtigheid

1) *Op het fixeren (adsorberen) van het gas*

Wij herinneren eraan dat de vochtigheid een grote invloed heeft op de gasconcentratie. Vergeleken met droge steenkolen vermindert de vochtigheid de adsorptiecapaciteit in de volgende verhouding :

$$\frac{1}{1 + 0{,}31\ H} \qquad (*)$$

waarin H de vochtigheid is, uitgedrukt in procenten.

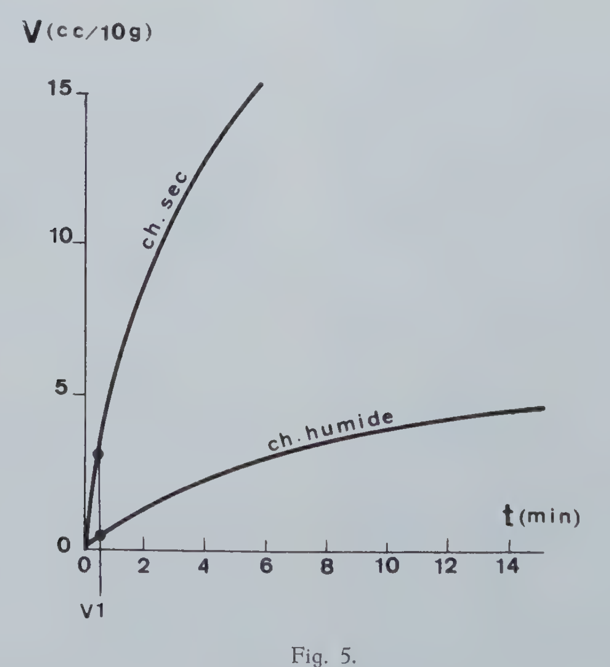


Fig. 5.
Influence de l'humidité sur la vitesse de désorption.
Invloed van de vochtigheid op de desorptiesnelheid.

(*) Cette formule a été établie par Ettinger et vérifiée par le Cerchar et le StBV. Elle est valable si l'adsorption de méthane a lieu sur un charbon préalablement humidifié.

(*) Deze formule werd opgesteld door Ettinger en gecontroleerd door het Cerchar en het St BV. Ze gaat op wanneer de adsorptie van het methaan gebeurt op kolen die vooraf werden bevochtigd.

2) *Sur la vitesse de désorption.*

Nous avons observé que les vitesses de désorption de gaz des charbons humides ou humidifiés étaient réduites par rapport à celles des charbons secs (fig. 5). Nous verrons le parti que l'on peut tirer de cette observation pour améliorer la lutte contre le grisou, ainsi que pour réduire la susceptibilité au dégagement instantané des couches sujettes à ce phénomène.

2. APPLICATIONS DES RECHERCHES A L'ETUDE DU GISEMENT ET DU DEGAGEMENT DU GRISOU

20. Généralités

Pour les études sur le gisement et le dégagement de grisou dans la mine, les recherches de laboratoire fournissent des renseignements concernant une série de paramètres qui sont à la base de ces études, principalement :

— La concentration en grisou des charbons et des couches. Cette grandeur s'exprime en m^3/t.

— La vitesse de désorption V_1 : volume de grisou dégagé par un échantillon de charbon calibré de 10 g, entre les instants 35 s et 70 s après l'instant initial du prélèvement dans un sondage. Cette grandeur s'exprime en 0,1 m^3/t.

21. Gisement du grisou

L'étude du gisement du grisou suppose avant tout que l'on puisse déterminer la concentration en grisou des couches et, éventuellement, leur degré de dégazage à la suite de l'exploitation antérieure de couches voisines.

La concentration en gaz d'une couche, son degré de dégazage éventuel par des exploitations antérieures, le taux de dégazage des couches influencées par l'exploitation doivent être connus si l'on veut établir des calculs prévisionnels du dégagement de grisou.

Grâce aux études de laboratoire, on a pu mettre au point deux méthodes de détermination de la concentration en gaz.

Si l'on examine, en outre, la distribution spatiale des concentrations en gaz autour des chantiers, on arrive à préciser la forme et la grandeur des zones de dégazage et on dispose, ainsi, d'un élément essentiel pour fixer les modèles sur lesquels reposent les méthodes de prévision des dégagements grisouteux.

2) *Op de desorptiesnelheid*

Wij hebben gezien dat de desorptiesnelheid van gas in vochtige of bevochtigde steenkolen kleiner was dan bij droge kolen (fig. 5). Wij zullen zien hoe men van deze vastelling kan gebruik maken om de bestrijding van het mijngas te verbeteren, en om lagen die onderhevig zijn aan mijngasdoorbraken hiervoor minder gevoelig te maken.

2. TOEPASSINGEN VAN DE ONDERZOEKINGEN OP DE STUDIE VAN DE AANWEZIGHEID EN ONTWIKKELING VAN HET MIJNGAS

20. Algemeenheden

In verband met de studie van de aanwezigheid en het vrijkomen van het mijngas geven de laboratoriumonderzoekingen inlichtingen over een reeks van parameters die aan deze studies ten grondslag liggen, namelijk:

— De mijngasconcentratie van steenkolen en lagen. Deze grootheid wordt uitgedrukt in m^3/t.

— De desorptiesnelheid V_1 : het volume mijngas dat door een op 10 g gekalibreerd kolenmonster wordt vrijgemaakt tussen de 35 en de 70 s na het ogenblik waarop het monster werd opgenomen in een boring; deze grootheid wordt uitgedrukt in 0,1 m^3/t.

21. De aanwezigheid van het mijngas

De studie van de afzetting van het mijngas veronderstelt vooreerst dat men de mijngasconcentratie in de lagen kan bepalen alsook eventueel in hoeverre ze ontgast zijn door vroegere ontginningen van naburige lagen.

De gasconcentratie van een lag, de graad van eventuele ontgassing door vroegere ontginningen, de ontgassingsgraad van de lagen die door de ontginning worden beïnvloed moeten gekend zijn indien men voor de toekomst berekeningen wil maken over de mijngasontwikkeling.

Dank zij de laboratoriumstudies heeft men twee methoden kunnen uitwerken voor het bepalen van de gasconcentratie.

Bestudeert men bovendien de ruimtelijke verdeling van de gasconcentraties rondom de werkplaatsen, dan krijgt men een preciezere mening over de uitgestrektheid van de ontgaste zones en bezit men op die manier een essentieel element om de modellen vast te leggen waarop de methoden voor het vooraf bepalen van de uitwijkende hoeveelheid mijngas berusten.

22. Dégagement du grisou

Nous indiquerons ci-après comment les résultats des travaux de laboratoire aident à expliquer certains phénomènes observés dans la mine.

221. Importance des dégagements grisouteux.

Il est courant d'observer dans le retour d'air des chantiers des dégagements de grisou de plusieurs dizaines de m^3 à la tonne exploitée. Le grisou ne provient pas seulement du charbon abattu dans le chantier (dégagement fondamental), mais il provient souvent aussi, pour une part prépondérante, des couches voisines influencées au toit et au mur (dégagement supplémentaire).

L'importance des dégagements grisouteux est due à la désorption du grisou adsorbé par les couches. La simple présence de grisou libre sous pression (*) dans les vides des couches et des terrains ne pourrait expliquer la grandeur de ces dégagements de grisou.

222. Concentration résiduelle en gaz du charbon abattu.

Ni le charbon abattu dans la couche exploitée ni le charbon des couches voisines influencées ne libèrent leur contenu total en grisou lors de l'exploitation. Rappelons que le dégagement de grisou est, au départ, un phénomène extrêmement lent.

Pour l'exploitant, la concentration totale en gaz est moins intéressante que la fraction de ce gaz qui se dégage dans la mine lors de l'abattage et pendant le transport du charbon jusqu'à la surface; cette quantité de gaz est celle qui doit être suffisamment diluée et être évacuée par le courant d'air.

Le charbon abattu ne libère souvent que la moitié environ de son gaz dans le chantier. La mesure des concentrations résiduelles en gaz, à divers moments après l'abattage et pendant le transport jusqu'à la surface, a fait l'objet d'études systématiques de Paul et Müller au StBV.

Les résultats des mesures des concentrations résiduelles et surtout la constatation qu'une fraction parfois encore considérable de la concentration en gaz peut être présente dans le charbon extrait et s'en libérer dans les silos du fond ou de la surface, ont incité à étudier de plus près le dégagement de gaz dans ces silos.

(*) La pression maximale de grisou mesurée en Belgique a été de 56,5 atm et dans le bassin de la Ruhr de 70 atm environ.

22. Mijngasontwikkeling

Wij zullen hier uitleggen hoe het resultaat van het laboratoriumwerk een hulp is bij het verklaren van sommige in de mijn waargenomen verschijnselen.

221. Omvang van de mijngasontwikkeling.

Dikwijls ziet men in de luchtkeer van de werkplaatsen mijngasontwikkeling van verschillende tientallen m^3 per ontgonnen ton. Het mijngas komt niet alleen voort van de steenkolen die in de werkplaats worden gewonnen (fundamentele ontwikkeling), maar dikwijls ook voor een overwegend gedeelte van naburige lagen in dak of vloer, die reeds een invloed hebben ondergaan (bijkomende ontwikkeling).

De omvang van de mijngasontwikkeling is te wijten aan de desorptie van het door de lagen geadsorbeerde mijngas. De aanwezigheid van vrij mijngas onder druk (*) in de ledige ruimten van lagen en gesteenten is alleen niet voldoende om de omvang van de mijngasontwikkeling te verklaren.

222. Overblijvende mijngasconcentratie van afgebouwde steenkolen.

Noch de kolen die afgebouwd worden in de ontgonnen laag, noch de kolen van de naburige lagen die beïnvloed worden, geven bij de ontginning heel hun mijngas af. Wij herinneren eraan dat de mijngasontwikkeling bij het vertrek een uiterst traag verschijnsel is.

Voor de exploitant heeft de totale gasconcentratie minder belang dan dat gedeelte van het gas dat in de mijn vrijkomt tijdens de winning en het vervoer van de steenkolen tot op de bovengrond; het is deze hoeveelheid gas die voldoende moet verdund worden en weggevoerd met de luchtstroom.

De gewonnen kolen geven vaak slechts ongeveer de helft van hun gas vrij in de werkplaats. Het meten van de overblijvende gasconcentratie op verschillende ogenblikken na het winnen en tijdens het vervoer naar de bovengrond werd systematisch gedaan door Paul en Müller van het StBV.

De resultaten van de metingen op de overblijvende concentraties en vooral de vaststelling dat een soms aanzienlijk gedeelte van de mijngasconcentratie kan achterblijven in de gewonnen kolen en vrijkomen in de ondergrondse of bovengrondse bunkers heeft aangezet tot een nadere studie van deze mijngasontwikkeling in de bunkers.

(*) De hoogste druk van mijngas die werd opgemeten bedroeg 56,5 atm in België en zowat 70 atm in de Ruhr.

En Belgique, on a mesuré des concentrations résiduelles moyennes en gaz de l'ordre de 1 m^3/t (max. = 3 m^3/t) sur des fines stockées dans les silos de surface depuis plusieurs mois.

Il y a donc nécessité de prévoir pour les silos de surface comme pour les silos du fond un aérage convenable et éventuellement de modifier les plans de construction des nouveaux silos.

Les utilisateurs de charbon (usines métallurgiques - centrales électriques) doivent aussi avoir leur attention attirée sur le risque que présente le dégagement retardé du reste de méthane contenu dans le charbon. Cette remarque vaut pour les installations telles que trémies, broyeurs, etc.

223. Influence du mode d'abattage.

La granulométrie du charbon abattu varie selon les techniques d'abattage. Par exemple, le charbon abattu à l'explosif ou à la haveuse à tambour est plus fortement broyé que le charbon abattu au rabot.

Un charbon davantage broyé libère plus de grisou.

Les techniques mises au point, en laboratoire, pour mesurer la vitesse de dégazage de charbons de diverses granulométries peuvent être utilisées pour opérer des mesures semblables lors de l'abattage et préciser les relations entre la vitesse de dégazage et la granulométrie et expliquer ainsi les différences d'écoulement de gaz pour différents procédés d'exploitation. Cette étude est encore en cours au StBV.

224. Influence du mode de contrôle du toit.

Le dégagement spécifique de grisou (dégagement rapporté à la tonne nette extraite) paraît un peu moins élevé dans une taille remblayée que dans une taille foudroyée.

Ce phénomène pourrait s'expliquer par une détente plus lente des couches du toit et une moindre fissuration des terrains; l'affaissement du toit est plus lent et moins important dans une taille remblayée.

Mais, en outre, les concentrations résiduelles en grisou, en avant du front de taille, sont un peu plus grandes dans une taille remblayée que dans une taille foudroyée. Cela résulte de ce que le dégagement fondamental de grisou y est moins important.

23. Dégagements instantanés de grisou

Les études théoriques et les essais de laboratoire ont été particulièrement indispensables pour étudier et tenter de maîtriser le phénomène extrêmement dangereux que constituent les dégagements instantanés de grisou.

In België heeft men gemiddelde overblijvende gasconcentraties gemeten van de orde van 1 m^3/t (maximaal 3 m^3/t) op fijnkolen die gedurende verschillende maanden in bovengrondse bunkers waren opgeslagen.

Men moet dus zowel in ondergrondse als in bovengrondse bunkers zorgen voor een goede luchtverversing en eventueel de bouwplannen van de nieuwe bunkers wijzigen.

Ook de gebruikers van steenkolen (staalbedrijven of elektrische centrales) moeten aandacht besteden aan het gevaar dat verbonden is aan het laattijdig vrijkomen van mijngas dat in de kolen is achtergebleven. Deze opmerking geldt voor installaties zoals trechters, brekers, enz.

223. Invloed van de winmethode.

De korrelverdeling van de gewonnen kolen hangt van de winmethode af. Zo bijvoorbeeld zijn kolen die met springstof of met een trommelsnijmachine gewonnen zijn sterker gebroken dan kolen die geschaafd werden.

Hoe meer de kolen gebroken zijn hoe meer gas ze afgeven.

De technieken die in het laboratorium uitgewerkt werden om de ontgassingssnelheid te meten bij steenkolen van verschillende korrelgrootte kunnen aangewend worden om soortegelijke metingen uit te voeren tijdens de winning en om het juiste verband op te stellen tussen de ontgassingssnelheid en de korrelverdeling waardoor een verklaring gegeven wordt van het verschil in de mijngasafvoer voor verschillende ontginningsprocédé's. Deze zaak wordt nog bestudeerd door het StBV.

224. Invloed van de aard van de dakcontrole.

De specifieke mijngasuitwaseming (berekend per netto gewonnen ton) schijnt iets lager te zijn in een vulpijler dan in een breukpijler.

De verklaring van dit verschijnsel zou kunnen liggen in een tragere ontspanning van de daklagen en een minder hevige splijting van het gesteente; het dak zakt trager en over kortere afstand in een vulpijler.

Maar ook zijn de overblijvende mijngasconcentraties, vóór het pijlerfront, een weinig groter in een vulpijler dan in een breukpijler. Dat is een gevolg van het feit dat de hoofdontgassing er minder belangrijk is.

23. Mijngasdoorbraken

De theoretische studie en de laboratoriumproeven waren vooral nodig voor de studie en de pogingen tot beheersing van het uiterst gevaarlijk verschijnsel van de mijngasdoorbraken.

231. Nature du phénomène.

Les dégagements instantanés se produisent dans certaines couches et sont caractérisés par la libération soudaine d'une grande quantité de gaz (CH_4, CO_2 ou gaz mixte) et par la projection violente de masses de charbon, éventuellement de roche, variant de 10 à plus de 5000 tonnes.

Trois facteurs :

— la présence du gaz dans la couche,

— les contraintes auxquelles le charbon est soumis,

— la structure du charbon,

interviennent de façon simultanée dans la genèse et le développement du dégagement instantané.

La présence du gaz dans la couche intervient de deux manières :

— par sa pression, pour le déclenchement du phénomène,

— par sa concentration, pour le développement du D.I., en assurant l'extraction et le transport au loin des produits à la suite de la détente du gaz adsorbé.

L'action des contraintes des terrains est double :

— en premier lieu, sur la circulation du gaz à l'intérieur du massif,

— en second lieu, sur la dégradation mécanique du massif.

De la fissuration du charbon dépendent :

— sa résistance à la traction par laquelle il s'oppose en partie aux efforts d'arrachement engendrés par le gradient de pression;

— la vitesse initiale de désorption du gaz qui intervient pour aider au démarrage et au déroulement du D.I.; l'énergie disponible pour transporter les matériaux en dépend;

— d'une certaine façon, la perméabilité du massif en avant du front, les travaux de laboratoire ayant montré que certains charbons fissurés subissent une baisse de perméabilité sous contrainte très marquée.

232. Caractérisation du phénomène d'après les études de laboratoire.

Grâce aux études de laboratoire, deux des facteurs intervenant dans la genèse et le développement du D.I. — présence de gaz et fissuration du charbon — ont pu être précisés et même chiffrés :

1°) présence de gaz : par la concentration en gaz désorbable C, exprimée en m^3 de gaz par tonne de charbon pur;

231. De aard van het verschijnsel.

Mijngasdoorbraken komen in sommige lagen voor en worden gekenmerkt door het plots vrijkomen van een grote hoeveelheid gas (CH_4, CO_2 of een gemengd gas) en door de krachtige projectie van massa's steenkolen, soms stenen, van 10 tot meer dan 5.000 ton.

Drie factoren :

— de aanwezigheid van gas in de laag,

— de spanningen waaraan de steenkolen zijn onderworpen,

— de structuur van de steenkolen,

treden samen op bij het ontstaan en de ontwikkeling van een mijngasdoorbraak.

De aanwezigheid van gas in de laag komt op twee manieren tussen :

— door de druk, die het verschijnsel in gang zet,

— door de concentratie, die verantwoordelijk is voor de ontwikkeling van de doorbraak, vermits het losbreken en het verplaatsen van de produkten over een grote afstand een gevolg is van de ontspanning van het geadsorbeerde gas.

De spanningen in het gesteente hebben een dubbele invloed :

— ten eerste beïnvloeden ze de verplaatsing van het gas in het massief;

— ten tweede hebben ze een invloed op de mechanische afbraak van het massief.

De splijtingstoestand van de steenkolen heeft een invloed :

— op de trekweerstand waardoor de laag zich ten dele verzet tegen de losbrekende krachten die door de drukval veroorzaakt worden;

— op de oorspronkelijke desorptiesnelheid van het gas die een helpende rol speelt bij het ontstaan en de verdere afwikkeling van de doorbraak; de energie die beschikbaar is voor het vervoeren van het materiaal hangt ervan af;

— in zekere zin op de permeabiliteit van het massief vóór het front; in het laboratorium werd immers aangetoond dat bepaalde kolensoorten onder spanning een opvallend kleinere permeabiliteit krijgen.

232. Het karakteriseren van het verschijnsel volgens de laboratoriumstudie.

Dank zij de laboratoriumstudie konden twee factoren die determinerend zijn voor het ontstaan en de ontwikkeling van de mijngasdoorbraak (aanwezigheid van het gas en spijtingstoestand van de steenkolen) worden omschreven en zelfs berekend:

1°) aanwezigheid van gas : door de concentratie in desorbeerbaar gas, C, uitgedrukt in m^3 gas per ton zuivere kolen;

2°) fissuration du charbon : par examen au microscope, par un test de fragilité ou mieux par un indice de fissuration ΔP_S (*).

Pour parvenir à une caractérisation encore plus précise, on utilise aussi, entre autres, l'indice de vitesse initiale de désorption V_1 défini antérieurement. Cet indice est un bon indice de danger car il dépend à la fois de la concentration en gaz et de l'indice ΔP, c'est-à-dire qu'il résume l'action conjuguée de la présence de gaz et de la fissuration du charbon.

Il faut remarquer que, pour obtenir une caractérisation complète, il faut encore mesurer les contraintes qui règnent dans le massif. Mais il s'agit là d'un problème minier qui ne découle pas des études de laboratoire sur les propriétés physiques des charbons. A titre d'information, nous signalerons seulement que ces contraintes ont été mesurées indirectement par l'état d'agitation sismique des terrains.

3. APPLICATIONS DES RECHERCHES A LA LUTTE CONTRE LE GRISOU

30. Généralités

Parmi les applications à la pratique minière des études de l'adsorption et de la désorption du méthane par les charbons, nous citerons :

— la prévision des dégagements grisouteux des tailles;
— le perfectionnement des techniques de captage, notamment par une meilleure implantation des sondages;
— la mise au point de nouvelles techniques de maîtrise du grisou, telles que l'humidification préalable du massif par prételéinjection d'eau et la fracturation hydraulique des couches ou fracking;
— la maîtrise des dégagements instantanés par la caractérisation préalable de la susceptibilité des couches, la prévision des D.I. à court terme, la mise au point de certains moyens de prévention et de leur contrôle.

Bien entendu, les études sur l'adsorption et la désorption du méthane n'auraient pas suffi, à elles seules, à résoudre cette série de problèmes; mais elles ont apporté des éléments de solution très importants, voire indispensables.

(*) ΔP = indice conventionnel caractéristique de l'aptitude du charbon à libérer rapidement son grisou et qui dépend directement de la fissuration.

ΔP_S = valeur de ΔP d'un panneau ou portion de panneau qui est dépassée par 5 % au plus des valeurs de ΔP.

2°) splijtingstoestand van de steenkolen : door microscopisch onderzoek, door een broosheidstest of beter door de splijtingsindex ΔP_s (*).

Voor een nog nauwkeuriger karakterisering gebruikt men onder meer ook de index van initiale desorptiesnelheid V_1 die eerder bepaald werd. Dit is een goede gevaarindex want hij hangt tegelijkertijd af van de gasconcentratie en van de index ΔP, dit wil zeggen dat hij de gecombineerde actie samenvat van de gasaanwezigheid en van de splijtingstoestand van de steenkolen.

Hier dient opgemerkt te worden dat een volledige karakterisering ook het meten vergt van de spanningen in het massief. Dat is evenwel een mijnbouwkundig probleem dat niet voortvloeit uit de laboratoriumstudies over de fysieke kenmerken van de kolen. Wij vermelden ter inlichting enkel dat de spanningen onrechtstreeks gemeten werden door de seismische bewegingstoestand van het gesteente.

3. TOEPASSINGEN VAN DE ONDERZOEKINGEN OP DE MIJNGASBESTRIJDING

30. Algemeenheden

Wij vermelden volgende toepassingen van de studie der adsorptie en desorptie van mijngas door steenkolen op de praktische mijnbouw:

— het vooraf bepalen van de mijngasontwikkeling in de pijler;
— het verbeteren van de mijngascaptatietechnieken, vooral door een betere inplanting van de boringen;
— het uitwerken van nieuwe technieken om het mijngas te beheersen, zoals het voorafgaandelijk bevochtigen van het massief door de preteleïnjectie van water en het hydraulisch verbrokkelen van de lagen of fracking;
— het beheersen van de mijngasdoorbraken door het vooraf bepalen van de gevoeligheid der lagen, het voorspellen van doorbraken op korte termijn, het uitwerken van bepaalde voorkomingsmaatregelen en de controle op deze maatregelen.

Vanzelfsprekend zou de studie van de adsorptie en de desorptie op zichzelf niet volstaan hebben om deze reeks problemen op te helderen; deze studie heeft evenwel zeer belangrijke, zoniet onmisbare elementen verschaft die tot de oplossing geleid hebben.

(*) ΔP = conventionele index, kenmerkend voor de geschiktheid van steenkolen om hun mijngas snel af te geven, hoofdzakelijk afhangend van de splijtingstoestand.
ΔP_S = waarde van ΔP van een paneel of een gedeelte van een paneel die door hoogstens 5 % van de ΔP-waarden wordt overschreden.

31. Prévision des dégagements grisouteux

Les éléments indispensables à la prévision des dégagements grisouteux des tailles sont : - 1°) la connaissance précise de la stratigraphie des terrains au toit et au mur de l'exploitation - 2°) la connaissance de la forme et de l'extension de la zone de dégazage au toit et au mur du chantier - 3°) la concentration initiale ou résiduelle en gaz des couches incluses dans cette zone - 4°) les degrés de dégazage des couches qui sont influencées par l'exploitation.

Les études sur l'adsorption et la désorption du méthane ont contribué à l'élaboration de deux méthodes de détermination de la concentration en gaz des couches; elles ont aussi fourni indirectement des éléments de solution au problème de la délimitation des zones de dégazage et de la fixation des taux de dégazage des couches influencées, incluses dans ces zones.

A titre d'exemple, on peut signaler que, grosso modo, il est maintenant possible de prévoir les dégagements grisouteux dans les bassins belges, pour 80 % des tailles en plateures, avec une précision comprise entre plus ou moins 10 à 30 % (fig. 6).

32. Moyens de lutte contre le grisou

Nous examinerons seulement ici les moyens de lutte pour lesquels les études théoriques ou les essais de laboratoire ont été utiles, en ce sens qu'ils ont permis d'y apporter des améliorations.

321. Captage du grisou.

L'importance des dégagements spécifiques de grisou observés dans les chantiers ne laisse aucun doute sur la nécessité d'écarter du courant d'air la plus grande partie possible de ce grisou. Le captage est l'un des moyens les plus efficaces pour atteindre ce but. L'un des procédés de captage les plus courants est celui des trous de sonde montants et descendants, forés à partir de la voie de tête (et parfois de la voie de base) du chantier en exploitation, à travers-bancs. Toutefois, le rendement du captage sera d'autant meilleur que les sondages auront été mieux implantés. L'une des idées directrices pour le choix de l'implantation optimale des sondages est la suivante : il faut capter le grisou le plus près possible des sources d'émission, sans doute, mais là aussi où les couches et les terrains sont les plus perméables (donc détendus et fissurés).

Dans la zone détendue autour du chantier, par suite de l'abaissement de la pression, l'équilibre entre le grisou libre et le grisou adsorbé présent

31. Het vooraf bepalen van mijngasontwikkelingen

Onmisbare elementen bij het vooraf bepalen van de mijngasontwikkeling in de pijler zijn: 1°) een nauwkeurige kennis van de stratigrafie van het gesteente onder en boven de werkplaats; - 2°) de kennis van de vorm en de uitgebreidheid van de ontspannen zone in dak en vloer van de werkplaats; - 3°) de oorspronkelijke of overblijvende gasconcentratie van de lagen in deze zone; - 4°) de ontgassingsgraad van de lagen die door de ontginning worden beïnvloed.

De studie van de adsroptie en de desorptie van methaan hebben geleid tot het ontstaan van twee methoden voor het bepalen van de mijngasconcentratie van een laag; ze hebben ook onrechtstreeks bijgedragen tot de oplossing van het probleem van het afbakenen van de ontgassingszones en het vaststellen van de ontgassingsgraad van de in deze zones liggende beïnvloede lagen.

Men kan bijvoorbeeld zeggen dat het nu grosso modo mogelijk is de mijngasontwikkeling in de Belgische bekkens vooraf te bepalen in 80 % van de vlakke pijlers, met een nauwkeurigheid van plus of min 10 tot 30 % (fig. 6).

32. Middelen tot bestrijding van het mijngas

Wij beschouwen hier alleen die bestrijdings middelen waarvoor gebruik kon gemaakt worden van de theoretische studies of laboratoriumproeven, in die zin dat zij sommige verbeteringen hebben mogelijk gemaakt.

321. De mijngasafzuiging.

De omvang van de specifieke mijngasontwikkeling die men in de werkplaatsen waarneemt laat er geen twijfel over bestaan dat men het grootst mogelijk gedeelte van dit mijngas uit de luchtstroom moet houden. De mijngasafzuiging is een der meest doeltreffende middelen om dit doel te bereiken. Een der meest gebruikte afzuigtechnieken is het aanleggen van klimmende en dalende boorgaten die geboord worden van uit de kopgalerij (soms de voetgalerij) van de ontginningswerkplaats, dwars door het gesteente. Het rendement van de afzuiging zal echter beter zijn naarmate de boorgaten beter zijn ingeplant. Een voorname leidraad voor het kiezen van de inplanting is de volgende : men moet het mijngas ongetwijfeld zo dicht mogelijk bij de bron opvangen maar tevens daar waar de lagen en het gesteente het meest doorlatend zijn (dus ontspannen zijn en gespleten).

In de ontspannen zone rondom de werkplaats wordt het evenwicht tussen het vrije mijngas en het in de laag aanwezige geadsorbeerde mijngas

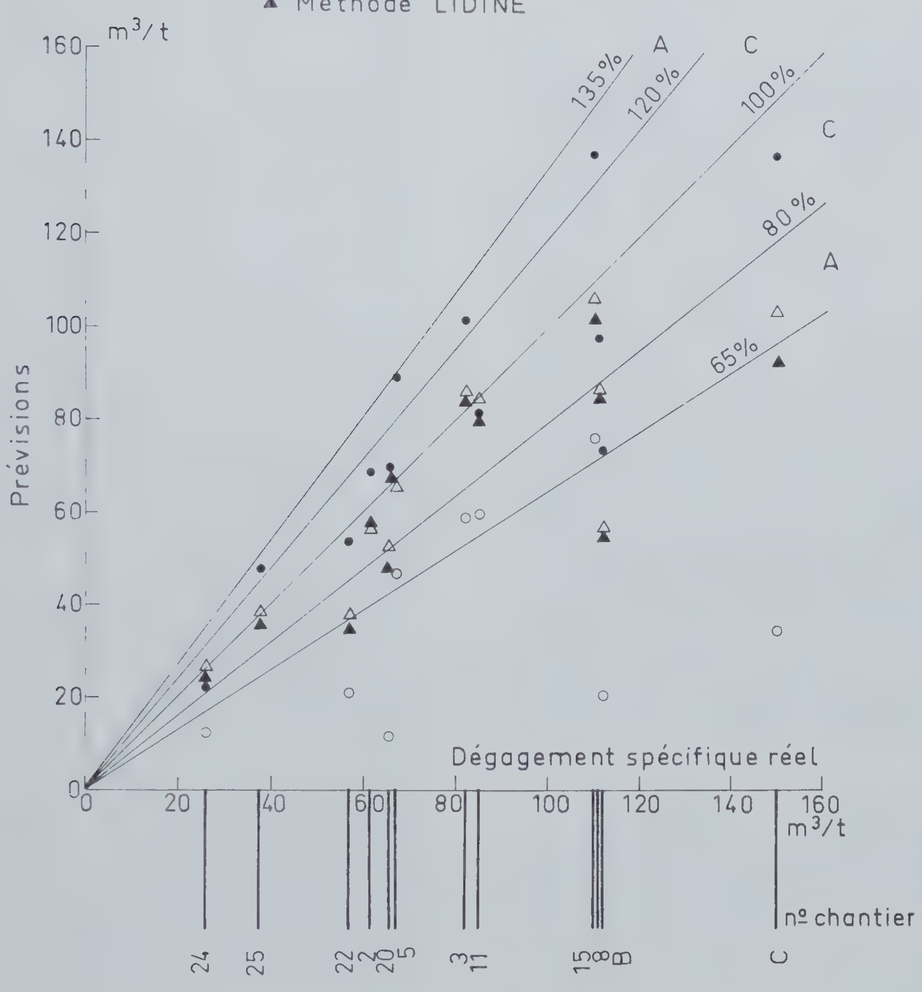


Fig. 6.

Prévision des dégagements grisouteux dans les tailles en plateures du bassin du Hainaut.

Het vooraf bepalen van de mijngasuitwaseming in vlakke pijler in het bekken van Henegouwen.

dans une couche est rompu et le gaz se met à migrer depuis la couche vers le chantier. Les mesures de perméabilité ont montré que les charbons sont intrinsèquement peu perméables. Par contre, la détente des terrains à la suite de l'exploitation y provoque la création d'un réseau de fissures qui sont autant de voies de cheminement pour le gaz. C'est par conséquent, en général, dans la zone détendue et fissurée, à perméabilité fortement accrue, qu'il faut implanter les sondages pour en obtenir le meilleur rendement.

door drukval verbroken en zet het gas zich in beweging van de laag naar de werkplaats. Permeabiliteitsmetingen hebben aangetoond dat de lagen op zichzelf weinig doorlatend zijn. Daarentegen veroorzaakt de ontspanning van het gesteente, als gevolg van de ontginning, een heel net van splijtingen die evenveel wegen zijn waarlangs het mijngas zich verplaatst. Daarom moeten de boringen in het algemeen worden ingeplant in de ontspannen en gespleten zone met toegenomen permeabiliteit, zo men het beste rendement wil bekomen.

322. Humidification préalable de la couche (prétéléinjection d'eau).

Comme autre procédé de lutte contre le grisou, on a parfois envisagé le prédégazage partiel des couches, préalablement à l'exploitation. Mais, à l'heure actuelle, on ne dispose pas encore de moyens de prédégazage réellement efficaces, autres que l'exploitation en premier lieu de la couche la moins grisouteuse d'un faisceau ou bien le captage par des sondages ou des galeries de dégazage, au moment de l'exploitation d'une couche voisine.

La méthode de la prétéléinjection d'eau sous pression (fig. 7) pour prédégazer une couche à exploiter et éventuellement ses satellites ne peut être d'une grande efficacité si l'on vise ainsi à déplacer le grisou de ces couches avant l'exploitation. En effet, l'eau injectée sous pression ne peut déplacer que le grisou libre dans les fissures de la couche, mais le volume de grisou libre (d'après les études de fixation du méthane par les charbons) ne représente qu'une faible partie du grisou contenu dans la couche (de l'ordre de 10 % maximum pour fixer les idées). Le volume de grisou déplacé par la prétéléinjection d'eau ne dépassera pas celui du volume d'eau injecté. Quant au grisou adsorbé, phase la plus importante du grisou présent dans la couche, il ne sera nullement déplacé; au contraire, sa désorption sera freinée (cfr par. 14 : influence de l'humidité sur la vitesse de désorption).

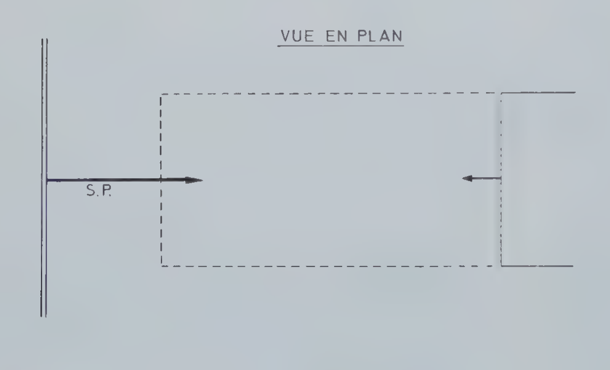
Le manque d'efficacité de la prétéléinjection d'eau, en ce sens, tient en outre au peu de perméabilité des couches, notamment en zone vierge.

322. Het vooraf bevochtigen van de laag (preteleinjectie van water).

Men heeft ooit een ander middel tot bestrijding van het mijngas overwogen, namelijk de gedeeltelijke voorontgassing van de lagen voorafgaandelijk aan de ontginning. Momenteel beschikt men echter nog niet over werkelijk doeltreffende middelen tot voorontgassing, behalve het eerst afbouwen van de minst mijngasachtige laag van een bundel of het afzuigen door middel van boorgaten of ontgassingsgalerijen, op het ogenblik dat een naburige laag wordt ontgonnen.

De methode van de preteleïnjectie van water onder druk (fig. 7) om een te ontginnen laag en eventueel de in de omtrek gelegen lagen te ontgassen kan niet erg doelmatig zijn als men daarmee beoogt het gas in die lagen voor de ontginning te verplaatsen. Het onder druk ingespoten water kan immers alleen het mijngas verplaatsen dat vrij in de spleten van de laag aanwezig is, maar het volume vrij mijngas vertegenwoordigt volgens de studies over het fixeren van methaan door steenkolen slechts een kleine gedeelte van het mijngas dat in de laag aanwezig is (zowat 10 % om iets te zeggen). Het mijngasvolume dat door de preteleïnjectie wordt verplaatst kan niet hoger liggen dan het volume van het geïnjecteerde water. Het geadsorbeerde mijngas, de belangrijkste faze van het in de laag aanwezige mijngas, wordt helemaal niet verplaatst; de desorptie ervan wordt integendeel tegengewerkt (zie par. 14 : invloed van de vochtigheid op de desorptiesnelheid).

Dit gebrek aan doeltreffendheid van de preteleinjectie van water houdt in die zin onder meer verband met de geringe permeabiliteit van de lagen, vooral in een onaangeroerde zone.



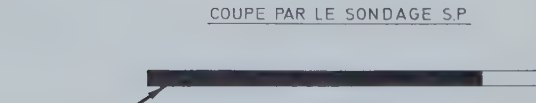


Fig. 7.
Prétéléinjection d'eau dans une couche.
Preteleïnjectie van water in een laag.

Toutefois, le procédé de la prétéléinjection d'eau est susceptible de faciliter la lutte contre le grisou en favorisant une rétention du gaz dans le charbon, ainsi que cela résulte de l'étude de la désorption. Nous avons observé que les vitesses de désorption de gaz des charbons humides ou humidifiés étaient réduites par rapport à celles des charbons secs.

Lors d'essais de prétéléinjection d'eau, en Campine, Degueldre et Lavallée ont constaté que le dégagement de grisou des couches prétéléinjectées était réduit. Cela est dû au fait que les charbons humidifiés libèrent moins facilement leur grisou.

323. Fracturation hydraulique des couches.

A la suite de nombreuses études théoriques et d'essais de laboratoire, les Mines de la Sarre ont expérimenté le procédé de la fracturation hydraulique (méthode analogue au fracking appliqué dans l'exploitation des gisements de gaz naturel) en vue de prédégazer la couche à exploiter. Si les résultats de cette expérience ne sont pas concluants au point de vue du prédégazage — ce qui s'explique fort bien par les études sur la désorption et la circulation du grisou dans les couches — cette technique peut toutefois faciliter le captage au moment de l'exploitation et permettre une réduction des coûts du captage traditionnel par sondages.

33. Maîtrise des dégagements instantanés

Les études sur la structure des charbons à D.I. et des phénomènes d'adsorption et de désorption qui leur sont propres ont contribué, à côté d'autres recherches minières, à résoudre les problèmes de classement des couches, de prévision et de prévention des D.I.

Ces problèmes complexes ont été traités dans de nombreuses publications et, notamment, dans un rapport publié dans les Annales des Mines de Belgique, février 1969 (1).

Nous ne pouvons en donner ici qu'un aperçu très succinct.

331. Classification des couches ou des panneaux vis-à-vis du risque de D.I.

En plus d'autres paramètres, on utilise pour la classification des couches :

— la concentration en gaz désorbable C (m^3/t),
— l'indice de fissuration du charbon ΔP,
— l'indice de vitesse initiale de désorption V_1.

(1) J. Belin et R. Vandeloise — Résultats des recherches effectuées en Belgique et en France sur les dégagements instantanés (D.I.) dans les mines de charbon.

Het procédé van preteleïnjectie van water kan de bestrijding van het mijngas bevorderen door een beter vastzetten van het gas in de kolen zoals volgt uit de studie van de desorptie. Wij hebben gezien dat de desorptiesnelheid van gas in vochtige of bevochtigde steenkolen lager waren dan die van droge kolen.

Tijdens proeven over preteleïnjectie van water in de Kempen hebben Degueldre en Lavallee vastgesteld dat de gepreteleinjecteerde lagen minder afgaven. Dit is te wijten aan het feit dat bevochtigde kolen hun mijngas minder gemakkelijk lossen.

323. Het hydraulisch verbrokkelen van de lagen

Na vele theoretische studies en laboratoriumproeven hebben de Mijnen van de Saar proeven gedaan met een procédé tot hydraulische verbrijzeling (methode analoog aan de fracking, toegepast bij de ontginning van afzettingen van aardgas), ten einde de te ontginnen laag vooraf te ontgassen. Zo de resultaten van deze proefnemingen niet bevredigend zijn uit oogpunt van voorontgassing — hetgeen maar al te goed verklaard wordt door de studie van de desorptie en de verplaatsing van het mijngas in de laag — dan kan deze techniek toch het afzuigen bevorderen op het ogenblik van de ontginning, en daardoor een vermindering van de kosten meebrengen van de traditionele afzuiging langs boorgaten.

33. Het beheersen van de mijngasdoorbraken

De studie van de structuur der steenkolen met neiging tot mijngasdoorbraken en van de verschijnselen van adsorptie en desorptie ervan hebben naast ander mijnbouwkundig vorsingswerk bijgedragen tot de oplossing van problemen in verband met het indelen van de lagen, het vooraf bepalen en het voorkomen van de doorbraken.

Deze ingewikkelde problemen werden in talrijke publikaties behandeld en onder meer in een verslag dat verscheen in de Annalen der Mijnen van België, februari 1969. (1)

Wij kunnen er hier slechts een zeer beknopt overzicht van geven.

331. Inleiding van de lagen of panelen ten opzichte van het risico van doorbraken.

Naast andere parameters gebruikt men voor het indelen van de lagen:

— de concentratie van desorbeerbaar gas C (m^3/t);
— de splijtingsindex van de steenkolen ΔP;
— de index van initiale desorptiesnelheid V_1.

(1) J. Belin en R. Vandeloise — Resultaten en onderzoekingen uitgevoerd in België en Frankrijk over de mijngasdoorbraken in de steenkolenmijnen.

332. Recherche d'un signe prémonitoire de D.I.

Les indices de fissuration du charbon et de vitesse de désorption — toujours en plus d'indices d'une autre nature — donnent des indications utiles pour prévoir les D.I. à court terme. En suivant l'évolution au jour le jour de ces indices, on est parvenu à prédire certains D.I. quelques heures ou quelques jours à l'avance. Il n'existe toutefois pas de relation absolument univoque entre ces indices et les D.I. Une réglementation d'emploi seulement localisé des méthodes de prévention ne peut être basée sur les observations actuelles.

332. Het opsporen van een verwittigingsteken in verband met de doorbraken.

De splijtingsindex van steenkolen en de desorptiesnelheid geven — altijk naast indexen van een andere aard — nuttige aanduidingen voor het voorkomen van een doorbraak op korte termijn. Door de ontwikkeling van deze indexen dag voor dag te volgen is en erin gelukt enkele doorbraken enkele uren of enkele dagen voordien te verkenne. Er is evenwel geen eenduidig verband tussen deze indexen en de doorbraken. Een reglementering, enkel voor het plaatselijk gebruik van de voorkomingsmethoden, kan enkel op actuele waarnemingen gebaseerd worden.

333. Méthodes de prévention des D.I. et contrôle.

Les études sur la structure et certaines propriétés physiques des charbons et sur la désorption du grisou ont fourni des moyens de contrôle plus précis des méthodes de prévention des D.I. Par le fait même, on a pu mieux comprendre le mécanisme d'action de ces procédés et parfois les perfectionner.

Les moyens de contrôle sont :

1°) le contrôle de l'abaissement du gradient de concentration en gaz en avant du front;
2°) le contrôle de l'abaissement de la concentration en gaz elle-même à une profondeur constante en avant du front;
3°) le contrôle de l'abaissement des vitesses de désorption.

L'influence bénéfique de l'exploitation préalable d'une couche égide a été confirmée par l'abaissement des concentrations en méthane et des vitesses de désorption dans la couche dangereuse.

L'abaissement des vitesses de désorption a confirmé l'efficacité de l'affouillement hydraulique préalable pour la recoupe d'une couche par un travers-bancs et de l'infusion d'eau profonde en avant du front de taille.

L'intérêt du foudroyage pour le contrôle du toit dans les longues tailles a été souligné par l'observation de concentrations en grisou plus faibles en avant du front d'une taille foudroyée que d'une taille remblayée.

Les mesures de vitesse de désorption ont souvent été utilisées pour fixer les distances entre sondages de détente en taille.

333. Methoden voor het voorkomen van doorbraken en de controle erop.

De studie van de structuur en van sommige fysieke eigenschappen van de steenkolen en van de desorptie van mijngas heeft meer nauwkeurige methoden tot het controleren van de technieken tot het voorkomen van doorbraken opgeleverd. Daardoor heeft men ook meer inzicht gekregen in het werkingsmechanisme van deze procédé's en heeft men ze soms kunnen verbeteren.

Deze controlemiddelen zijn de volgende :

1°) controle op de vermindering van de gasconcentratiegradiënt vóór het front;
2°) controle op de vermindering van de gasconcentratie zelf op een constante diepte vóór het front;
3°) controle op de vermindering van de desorptiesnelheid.

De gunstige invloed van het vooraf ontginnen van een beschermende laag werd bevestigd door een daling van de methaanconcentraties en de desorptiesnelheden in de gevaarlijke zone.

De vermindering van de desorptiesnelheid bewees de doelmatigheid van het hydraulisch wegspoelen voordat een laag door een dwarsgang wordt aangesneden evenals van de injectie van water op grote diepte vóór het pijlerfront.

Het belang van de dakbreuk voor de dakcontrole in de lange pijlers werd onderstreept door de waarneming van kleinere mijngasconcentraties voor het front van een breukpijler dan voor het front van een vulpijler.

De metingen over de desorptiesnelheden werden vaak gebruikt om de afstand tussen de ontspanningsboringen in de pijler te bepalen.

4. CONCLUSION

Nous avons énuméré toute une série d'applications pratiques à l'étude et à la solution de problèmes spécifiquement miniers, de recherches théoriques ou d'essais de laboratoire.

Sans ces recherches et ces essais, certains problèmes posés au mineur par le grisou auraient été, sinon insolubles, du moins fort difficiles et fort longs à résoudre. C'est un domaine de l'exploitation des mines où les tâtonnements ne sont pas permis et où toute erreur peut se traduire par un danger, d'une part, et par un manque de rentabilité de la mine, d'autre part.

On peut réellement dire que, dans le domaine que nous avons évoqué, la science a été la précieuse auxiliaire de la technique et de l'industrie minière.

4. BESLUIT

Wij hebben een hele reeks praktische toepassingen aangehaald van theoretisch onderzoekingswerk en laboratoriumproeven op de studie en de oplossing van specifieke mijnbouwproblemen.

Zonder deze onderzoekingen en proeven zouden sommige problemen waarvoor de mijnwerker zich door het mijngas geplaatst ziet onoplosbaar worden of ten minste grote en langdurige moeilijkheden veroorzaken. Op dit gebied van de mijnontginning is onzekerheid niet aanvaardbaar en kan elke vergissing resulteren ofwel in een gevaar ofwel in een tekort aan rendabiliteit van de mijn.

Men kan werkelijk zeggen dat de wetenschap op het gebied dat wij hier behandeld hebben de gewaardeerde medewerkster is geweest van de mijnbouwtechniek en -industrie.

Valorisations chimiques, par craquage, des goudrons de basse température *

R. CYPRES **

RESUME

Dans les nombreux procédés de cokéfaction continue actuellement à l'étude dans le monde, la production des goudrons, qui leur est fatalement associée, se fait dans des conditions tout à fait différentes de celles qui existent dans les fours à chambre classiques.

On a choisi trois procédés de cokéfaction continue pour analyser ces conditions:

— le procédé américain F.M.C. Corporation
— le procédé allemand Bergbau Forschung GmbH
— le procédé belge INIEX.

Ils ont en commun la pyrolyse à basse température du charbon traité. Les goudrons produits sont des goudrons de basse température. Leur valorisation est un élément non négligeable du bilan économique de ces nouveaux procédés de cokéfaction, car leur production est 3 à 4 fois plus abondante que celle des goudrons de cokerie et leur composition chimique est très différente.

La production de goudron de basse température peut atteindre 8 à 10 % en poids du charbon traité contre 2 à 2,5 % au cours de la cokéfaction à haute température, dans les procédés classiques. Du point de vue de leur composition, ils sont essentiellement caractérisés par une teneur élevée en alkyl-phénols.

La valorisation des goudrons de basse température peut être réalisée par la dégradation thermi-

SAMENVATTING

Bij de talrijke procédé's voor continu cokesbereiding, die momenteel zowat overal bestudeerd worden, gebeurt de produktie van teer, die er onafwendbaar mee verbonden is, op een heel andere manier dan in de klassieke batterijoven.

Men heeft voor de analyse van deze omstandigheden drie procédé's voor de bereiding van cokes gekozen :

— het Amerikaanse procédé F.M.C. Corporation
— het Duitse procédé Bergbauforschung GmbH
— het Belgische procédé NIEB.

Gemeenschappelijk is de pyrolyse op lage temperatuur van de behandelde steenkolen. Er wordt dus lage-temperatuur-teer geproduceerd. Dit produkt valoriseren is een niet te verwaarlozen element in de ekonomische balans van dit nieuw procédé voor cokesbereiding, want de geproduceerde hoeveelheid is drie tot vier maal groter dan het geval is voor de teer der cokesfabrieken en de scheikundige samenstelling is erg verschillend.

De produktie van lage-temperatuur-teer kan 8 tot 10 % belopen van het gewicht der behandelde steenkolen, tegen 2 tot 2,5 % bij de hoge-temperatuur bereiding volgens de klassieke procédés. Uit oogpunt samenstelling bestaat het voornaamste kenmerk uit een hoog gehalte aan alkyl-fenolen.

Het valoriseren van lage-temperatuur-teer kan gebeuren door een trage thermische afbraak van de zware bestanddelen in eenvoudigere die recht-

---

* Exposé aux journées d'information : « Recherche charbonnière - Applications à la technique minière - Base pour nouveaux produits » — Luxembourg, 8 et 9 décembre 1970.
** Professeur à la Faculté des Sciences Appliquées de l'Université Libre de Bruxelles, avenue F.D. Roosevelt, 50, 1050 Bruxelles.

que ménagée des constituants lourds en constituants plus simples, directement utilisables dans l'industrie chimique.

Dans le cadre du programme de recherches fondamentales subsidié par la Haute Autorité de la Communauté pendant les années écoulées, les travaux réalisés dans les laboratoires de Chimie générale de l'Ecole Polytechnique de l'Université Libre de Bruxelles, ont porté sur l'étude du craquage thermique à pression atmosphérique et sous pression des alkyl-phénols, dans le but d'établir leur vitesse de disparition en fonction de la température et les mécanismes des réactions qui se produisent.

Ces travaux ont pu bénéficier des recherches effectuées en Allemagne, en France, en Grande-Bretagne et en Belgique à l'INIEX et à la Carbonisation Centrale de Tertre. Les méthodes d'investigation et d'identification des goudrons et des brais, et celles de fractionnement des goudrons, fruits des recherches effectuées dans ces organismes, ont pu être appliquées, dans nos travaux, à l'étude des goudrons craqués.

Les résultats obtenus montrent que l'étude cinétique du comportement thermique à pression atmosphérique des constituants purs, permet de déterminer les conditions optimales de dégradation ménagée à pression atmosphérique des goudrons de basse température, en vue d'obtenir principalement un rendement élevé en crésols.

Il a été démontré que le traitement thermique doit précéder l'extraction des phénols.

Le craquage dynamique sous pression est indiqué pour la valorisation des goudrons de basse température produits par les procédés de cokéfaction qui traitent des agglomérés au brai de charbon ou de semi-coke, car la quantité de brai utilisé est supérieure à celle qui est produite.

Le craquage sous pression favorise la polymérisation et permet de ce fait de produire de nouvelles quantités de brai au détriment de certaines fractions de peu de valeur du goudron, en même temps qu'est réalisé le craquage des phénols et des hydrocarbures lourds.

On a élaboré un schéma de valorisation des goudrons produits par le procédé INIEX, en combinant le craquage dynamique sous pression, le craquage thermique à pression atmosphérique et la condensation fractionnée du brai.

Le craquage sous pression en phase liquide pourrait être appliqué industriellement à l'isomérisation du para-crésol en ortho-crésol par traitement des phénolates en solution aqueuse.

INHALTSANGABE

Bei den zahlreichen kontinuierlichen Verkokungsverfahren, an deren Weiterentwicklung heu-

streeks bruikbaar zijn in de scheikundige nijverheid.

In het raam van het programma voor basisonderzoek dat in de afgelopen jaren door de Hoge Autoriteit van de Gemeenschap werd gesubsidieerd, heeft het laboratorium voor Algemene Scheikunde van de Polytechnische School der Vrije Universiteit te Brussel gewerkt aan de studie van de thermische kraking op atmosferische druk en onder druk van de alkyl-fenolen, met het doel de snelheid te bepalen waarmee ze verdwijnen in functie van de temperatuur, en het mechanisme van de optredende reacties.

Hierbij werd gebruik gemaakt van onderzoekingen uitgevoerd in Duitsland, in Frankrijk, in Engeland en in België, namelijk door het NIEB en door de Carbonisation Centrale de Tertre. De methoden om teer en pek te onderzoeken en te identificeren en de methoden om teer te fractionneren, allemaal resultaten van in bedoelde instellingen uitgevoerde werken, konden door ons worden aangewend voor de studie van de gekraakte teer.

De bekomen resultaten tonen aan dat de cinetische studie van het thermisch gedrag der zuivere bestanddelen, op atmosferische druk, het mogelijk maakt de optimale omstandigheden te bepalen voor de trage afbraak, op atmosferische druk, van lage-temperatuur-teer, met de bedoeling vooral te komen tot een hoog rendement in cresolen.

Aangetoond werd dat de thermische kraking aan het onttrekken der fenolen moet voorafgaan.

De dynamische kraking onder druk is aangewezen voor het valorizeren van lage-temperatuurteer bekomen met cokesbereidingsprocédé's waarbij agglomeraten met kolenteer of half-cokes bewerkt worden, want er wordt meer teer verbruikt dan geproduceerd.

Kraking onder druk bevordert de polymerisatie en biedt dus de mogelijkheid nieuwe hoeveelheden teer te produceren uit sommige fracties van weinig waarde, op hetzelfde ogenblik dat de fenolen en de zware koolwaterstoffen worden gekraakt.

Men heeft een schema uitgewerkt voor het valoriseren van de teer die door het procédé NIEB wordt geproduceerd, door combinatie van de dynamische kraking onder druk, de thermische kraking op atmosferische druk en de gefractioneerde condensatie van het pek.

Het kraken onder druk in de vloeibare faze zou op industriële schaal kunnen toegepast worden voor het isomeriseren van het para-cresol en het ortho-cresol door het behandelen van de fenolaten in een waterige oplossing.

SUMMARY

In a great many continuous coking processes now being studied throughout the world, the pro-

te in der ganzen Welt gearbeitet wird, fällt zwangsläufig Teer an, jedoch unter wesentlich andersartigen Entstehungsbedingungen als in den herkömmlichen Kammeröfen. Der Vorgang der Teerbildung wurde bei drei verschiedenen Verkokungsverfahren näher untersucht : der amerikanischen Food Machinery Corporation (FMC), der Bergbau-Forschung GmbH und des INIEX.

Bei allen drei Verfahren bilden sich Schwelteere. In der Wirtschaftslichkeitsrechnung der neuen Verkokungsverfahren stellen sie einen wichtigen Posten dar, weil das Teerausbringen bei der kontinuierlichen Verkokung drei-bis viermal höher liegt als bei der Hochtemperaturverkokung; auch die chemische Zusammensetzung der Teere ist ganz anders.

Das Ausbringen an Schwelteer kann 8-10 Gew.-% der Einsatzkohle gegenüber 2-2,5 Gew.-% bei Hochtemperaturkoks nach den herkömmlichen Verfahren erreichen. Für ihre chemische Zusammensetzung ist vor allem der hohe Gehalt an Alkylphenolen kennzeichnend. Zur lohnenderen Verwertung der Schwelteere ist ein schonender thermischer Abbau der höhermolekularen Bestandteile zu einfacheren Verbindungen möglich, die sich in der chemischen Industrie unmittelbar verwerten lassen.

In Rahmen der von der Hohen Behörde der EGKS in den letzten Jahren geförderten Grundlagenforschung sind im Institut für Allgemeine Chemie der mit der Universität Brüssel verbundenen Technischen Hochschule Untersuchungen über die thermische Krackung der Alkylphenole bei atmosphärischem Druck und unter höheren Drücken durchgeführt worden. Ziel diser Arbeiten war es, die Temperaturabhängigkeit ihres Abbaus und den Reaktionsmechanismus zu klären.

Dabei konnten wir uns auf in Deutschland, Frankreich, England und in Belgien von INIEX und der Carbonisation Centrale in Tertre durchgeführte Forschungsarbeiten stützen und die dort entwickelten Verfahren der Untersuchung und Identifizierung von Teeren und Pechen und der Fraktionierung von Teer bei unseren Untersuchungen gekrackter Teere anwenden.

Durch kinetische Untersuchungen an reinen Substanzen bei atmosphärischem Druck gelang es, die optimalen Bedingungen für den schonenden Abbau von Schwelteeren bei atmosphärischem Druck festzulegen, unter denen man vor allem ein hohes Ausbringen an Kresolen erwarten darf. Es wurde nachgewiesen, daß der Extraktion der Phenole eine thermische Behandlung vorausgehen muß.

Eine dynamische Krackung unter Druck ist vor allem bei Schwelteeren angebracht, die sich bei der Verkokung von Briketts oder Halbkoks mit Pech als Bindemittel bilden, da hierbei weniger

duction of tars, inevitably associated with them, occurs in totally different conditions from those existing in the orthodox retort furnaces.

Three continuous coking processes were selected for analysing these conditions :

— the American FMC Corporation process
— the German Bergbauforschung GmbH process
— the Belgian INIEX process.

Common to all three is the low temperature pyrolysis of the coal treated. The tars produced are low temperature tars. Their valorization is an appreciable factor in the economical balance sheet of these new coking processes, for their production is 3 or 4 times greater than that of coking tars and their chemical composition is very different.

The production of low temperature tar may attain 8 to 10 % of the weight of the coal treated, as against 2 to 2.5 % during high temperature coking, by the orthodox processes.

From the point of view of their composition, they are characterised essentially by a high alkylphenol content.

The valorization of low temperature tars may be obtained by contriving the thermal degradation of the heavy components into more simple components that can be put to use directly in the chemical industry.

Within the framework of the basic research programme subsidized by the EEC during the past years, the works carried out in the laboratories of the University of Brussels, dealt with the study of thermal cracking at atmospheric pressure and under pressure of the alkyl-phenols, with a view to determining their rate of disappearance in function of the temperature and the mechanisms of the reactions which occur.

These works were able to benefit from the research carried out in Germany, France, Great Britain and in Belgium at INIEX and the Carbonisation Centrale at Tertre. In the research into cracked tars, we were able to use the methods of investigating and identifying the tars and pitches, and of fractionating the tars, which were the outcome of research carried out by these bodies.

The results obtained show that the cinetic study of the thermal behaviour at atmospheric pressure of the pure component makes it possible to determine the optimal conditions of degradation of low temperature tars at atmospheric pressure, chiefly with a view to obtaining a high output of cresols.

It was demonstrated that the thermal treatment must precede the extraction of the phenols.

Dynamic cracking under pressure is indicated for the valorization of the low temperature tars produced by the coking processes which deal with

Pech anfällt, als man für das Verfahren selbst braucht. Die Krackung unter Druck fördert die Polymerisierung, so daß sich zusätzliche Mengen Pech anstelle geringerwertiger Teerfraktionen bilden, wobei gleichzeitig die Phenole und schweren Kohlenwasserstoffe gekrackt werden.

Aufgrund der Untersuchungen ist für die Veredlung der beim INIEX-Verfahren anfallenden Teere ein Schema ausgearbeitet worden, das eine Kombination von dynamischer Krackung unter Druck, thermischer Krackung bei atmosphärische Druck und fraktionierter Kondensation des Pechs darstellt.

Die kontinuierliche Krackung in flüssiger Phase könnte in technischem Maßstab für eine Isomerisierung von Para-Kresolen zu Ortho-Kresolen durch Behandlung der Phenolate in wäßriger Lösung ausgenutzt werden.

coal-tar or semi-coke briquettes, as the quantity of the pitch used is greater than that which is produced.

Cracking under pressure promotes polymerization and hence enables fresh quantities of pitch to be produced to the detriment of certain tar fractions of little value, whilst, at the same time, the cracking of the phenols and heavy hydrocarbons is carried out.

A diagram was drawn up to the valorization of the tars produced by the INIEX process, by combining dynamic cracking under pressure, thermal cracking at atmospheric pressure and fracturated condensation of the pitch.

Cracking under pressure in the liquid phase could be used on an industrial scale for the isomerization of para-cresol into ortho-cresol by the treatment of phenolates in a water solution.

---

1. INTRODUCTION

De nouveaux procédés de fabrication continue du coke sidérurgique sont expérimentés à l'échelle semi-industrielle un peu partout dans le monde.

Ils visent souvent à fabriquer un coke moulé dont la granulométrie constante assure dans le haut fourneau une bonne perméabilité aux gaz et un écoulement facile de la fonte et du laitier.

On peut distinguer, parmi les procédés de cokéfaction continue, deux grands types: la cokéfaction en lit fluidisé du charbon en grain, qui donne un semi-coke ou un coke pulvérulent, et la cokéfaction d'agglomérés qui donne un coke moulé dont la dimension est déterminée en fonction des exigences de la sidérurgie.

Ces deux types de cokéfaction sont souvent utilisés successivement pour aboutir à des procédés divers de fabrication continue de coke sidérurgique.

Dans la plupart des cas, il y a une étape de la pyrolyse du charbon, qui se fait à basse température, au voisinage de 550°, et qui est distincte de la cokéfaction à haute température. On obtient donc, d'une part, du semi-coke et, d'autre part, des goudrons et des gaz de basse température. L'aggloméré de semi-coke est ensuite soumis à une postcokéfaction à haute température, assumant la transformation du semi-coke en coke, au cours de laquelle les matières volatiles résiduelles qui se dégagent sont essentiellement de l'hydrogène et du méthane, à l'exclusion de goudron.

Nous examinerons d'abord les principes de base de trois procédés de fabrication continue de coke, les procédés F.M.C. Corporation, américain, Bergbau Forschung, allemand, et INIEX, belge, pour montrer que dans chacun d'eux le goudron de basse température est un sous-produit fatal de ces nouveaux modes d'élaboration du coke sidérurgique.

Le problème de la valorisation des goudrons de basse température est un élément non négligeable du bilan économique des nouveaux procédés de cokéfaction continue. Leur production est beaucoup plus abondante que celle des goudrons de cokerie, puisqu'elle peut atteindre 8 à 10 % en poids du charbon traité contre 2 à 2,5 % lors de la cokéfaction classique.

Les goudrons de basse température sont particulièrement riches en phénols lourds. Les xylénols et les phénols plus lourds ne présentent cependant pas un grand intérêt industriel. Leur fractionnement en corps purs est, d'autre part, difficile. Par contre, les crésols ont une valeur commerciale élevée, en particulier l'ortho-crésol.

C'est pourquoi, depuis plusieurs années, dans le cadre des recherches sur la «Chimie et la Physique des houilles» organisées par la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier pour les six pays du Marché Commun, mon laboratoire, à la Faculté des Sciences Appliquées de l'U.L.B., s'est attaché, entre autres problèmes, à l'étude de la valorisation des goudrons de basse température par craquage thermique ménagé.

La valorisation des goudrons de basse température doit essentiellement être orientée vers la dégradation ménagée des phénols lourds en crésols. Mais à côté des réactions de dégradation, il

se produit aussi des réactions de condensation et d'association.

Les recherches effectuées portent sur le craquage thermique à pression atmosphérique et le craquage statique ou dynamique sous pression, des goudrons de basse température ou des composés purs qui entrent dans leur composition.

Nous ne considérerons ici que les résultats qui sont directement utilisables dans des procédés de valorisation sans entrer dans la discussion des mécanismes de réaction qui font l'objet de nos recherches plus fondamentales.

Comme M. Chiche l'a souligné dans son excellent rapport de synthèse sur l'ensemble des recherches effectuées dans les différents groupes qui dans la Communauté s'occupent de la chimie et de la physique des houilles, l'étude des goudrons a suscité dans de nombreux laboratoires des recherches visant à mettre au point de nouvelles méthodes d'investigation ou à affiner celles qui étaient déjà employées.

Nous avons bénéficié de ces efforts, tout en apportant notre propre contribution dans le domaine de l'analyse chromatographique et en introduisant l'analyse radiochromatographique des molécules marquées au moyen de tritium radioactif.

En ce qui concerne plus particulièrement la Belgique, nous avons appliqué les méthodes mises au point par Bricteux et Neuray [1] à l'INIEX, de séparation et d'analyse des fractions paraffiniques, oléfiniques et aromatiques des goudrons.

Nous avons bénéficié de la riche expérience acquise par les chercheurs de notre institut national dans les domaines de l'identification des composés dont nous étudions la dégradation. Leurs travaux sont bien connus des spécialistes, mais leur analyse sortirait du cadre de cet exposé.

De même, nous avons appliqué à nos problèmes les résultats des recherches effectuées dans le laboratoire de la Carbonisation Centrale à Tertre [2] ayant pour but de mettre au point une méthode correcte d'extraction des constituants acides et basiques des goudrons.

2. PROCEDES DE FABRICATION DE COKE MOULE

21. Procédé F.M.C. Corporation

Le procédé américain F.M.C. [3] est une méthode de fabrication continue de coke métallurgique prémoulé, d'environ 50 mm, par agglomération de semi-coke pulvérulent, au moyen de goudron.

Une installation pilote de 200 t/jour a été construite aux U.S.A. Le schéma du procédé est représenté dans la figure 1. Le procédé comporte la pyrolyse du charbon en lit fluidisé, d'abord à basse température en atmosphère contrôlée pour éviter le collage et l'agglomération du charbon traité, puis à plus haute température pour obtenir un produit calciné, à moins de 3% de matières volatiles.

C'est au cours de la carbonisation à basse température en lit fluidisé que le goudron est produit.

22. Le procédé de la Bergbau Forschung

Le procédé de la Bergbau Forschung [4] est basé sur l'agglomération à chaud de semi-coke pulvérulent, par du charbon à coke amené à fusion pâteuse.

Environ 70% de la quantité totale de charbon traité, broyé à une granulométrie inférieure à 3 mm, est soumis à une carbonisation en lit fluidisé à 700-800°. Il peut aussi être traité suivant d'autres procédés de carbonisation à basse température. Le procédé est représenté schématiquement dans la figure 2.

Le semi-coke pulvérulent est mélangé avec 30 % de charbon agglutinant, qui sert de liant. Le mélange est porté à 450-500°. A cette température, le charbon agglutinant subit sa fusion pâteuse, ce qui permet de l'utiliser comme liant pour agglo-

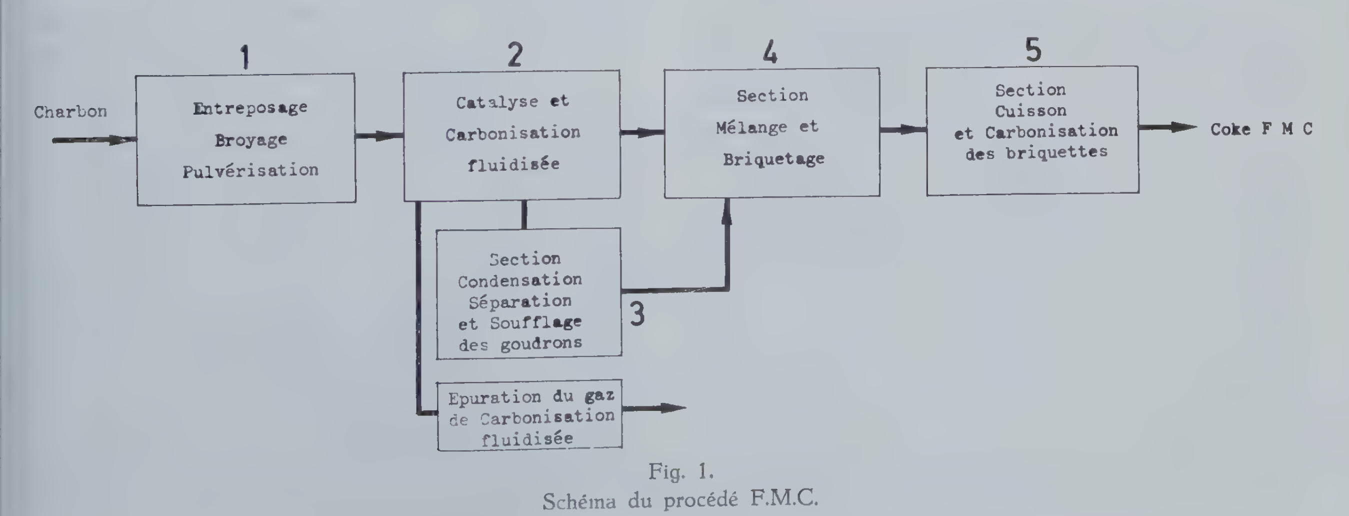


Fig. 1.
Schéma du procédé F.M.C.

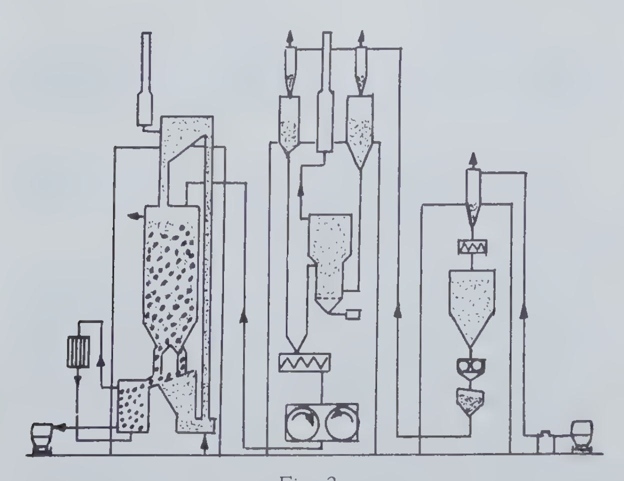


Fig. 2.
Représentation schématique du procédé de fabrication en continu de coke moulé.

mérer le mélange à chaud, dans une presse à cylindres.

Les agglomérés sont amenés, sans être refroidis, dans un four de postcarbonisation à 810°C. L'opération, destinée à assurer la cokéfaction du charbon agglutinant, est réalisée dans un four à circulation de sable.

Dans le procédé de la Bergbau Forschung par conséquent, la production de goudron se fait principalement au cours de la carbonisation à basse température en lit fluidisé.

23. Procédé INIEX pour la fabrication du coke moulé

Le procédé INIEX [5] est basé sur le traitement thermique d'agglomérés de charbon par immersion dans un lit de sable pulsé. Le sable préchauffé est utilisé à la fois comme source de chaleur et comme milieu dense.

Les agglomérés flottent sur le sable en mouvement. On peut faire varier la dimension des agglomérés traités dans de vastes limites puisque leur densité reste à peu près la même et est inférieure à celle du sable.

Le schéma de l'installation pilote construite en 1968, d'une capacité de 5 à 6 t/h, est représenté par la figure 3.

Le four à sable pulsé comporte une zone de préchauffage et une zone de pyrolyse à basse température. C'est dans cette zone que naissent les goudrons qui sont entraînés par les gaz de fluidisation.

Les agglomérés ayant subi une semi-cokéfaction s'écoulent avec le sable. Ils sont amenés dans un four à cuve de postcarbonisation où s'opère à plus haute température la transformation du semi-coke en coke, par cuisson jusque 950°.

De ce qui précède, on peut conclure que, dans les trois procédés, les goudrons produits sont des goudrons naissants, de basse température, dont la composition chimique, pour un même charbon traité, est déterminée par la température du lit fluidisé, le temps de séjour des gaz dans la zone chaude et du gaz utilisé pour assurer la fluidisation.

3. CRAQUAGE THERMIQUE A PRESSION ATMOSPHERIQUE

Les réactions de craquage ont pour but de dégrader des molécules à longue chaîne, ramifiées en molécules plus simples.

Les molécules considérées ici sont d'autant plus fragiles qu'elles sont plus lourdes. Lors du cra-

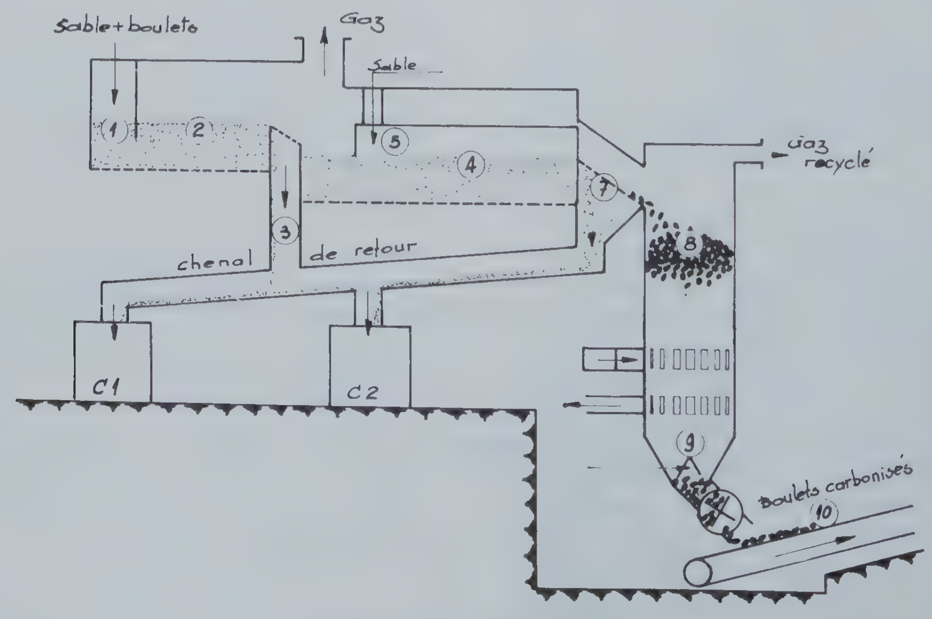


Fig. 3.
Schéma du four de carbonisation INIEX.

Fig. 4.
Schéma simplifié d'une dégradation thermique.

quage des phénols lourds, il se forme des composés plus légers par dégradation et d'autres composés plus lourds qui ne sont plus des phénols, par réaction d'association. On a représenté ceci par le schéma très simplifié de la figure 4.

Chacun des composés formés a une stabilité propre qui varie en fonction de la température. Ils vont donc avoir tendance à se décomposer ou à réagir au fur et à mesure de leur formation suivant des vitesses de réaction qui varient pour chacun des composés considérés.

C'est ce qui explique que les goudrons produits à haute température sont chimiquement différents des goudrons produits à basse température. La valorisation de ceux-ci par craquage, consiste à les soumettre à un traitement thermique dans des conditions expérimentales bien déterminées, pour rester maître du processus de dégradation et la limiter aux étapes intermédiaires de la chaîne des réactions. On peut ainsi obtenir un rendement maximum en certains composés, qui présentent un intérêt industriel, bien qu'ils soient eux-mêmes instables à ces températures.

Pour cela, il faut connaître la vitesse de réaction de chacun des composés formés en fonction de la température et du temps de séjour et déterminer aussi s'il y a interaction entre ces composés quand ils sont simultanément présents dans le milieu réactionnel. C'est pourquoi, nous avons été amenés à entreprendre l'étude de comportement thermique des principaux constituants purs, dont on voulait suivre l'évolution dans le goudron.

Cela a permis de déterminer les stabilités relatives de ces composés dans le but de choisir les conditions expérimentales dans lesquelles on peut dégrader sélectivement certains constituants tout en préservant les produits formés les plus intéressants économiquement.

On a traité ensuite une fraction phénolique d'un goudron de basse température afin d'établir si les résultats obtenus sur les corps purs étaient directement applicables au craquage des mélanges naturels des phénols, tels qu'ils se présentent dans les goudrons de basse température.

31. Craquage des composés purs

La figure 5 montre la variation du taux de craquage dans les mêmes conditions expérimentales, des composés étudiés en fonction de la température [6].

On voit que la vitesse de disparition des deux isomères du xylénol et de l'ortho-crésol est beaucoup plus grande que celle du méta-crésol, le plus stable des isomères du crésol et du phénol. Le toluène et le benzène sont thermiquement les plus stables.

En effectuant par exemple le craquage d'un mélange de ces composés à 750°, les trois premiers composés disparaîtront dans de fortes proportions alors que les autres seront relativement peu affectés. Mais ceci ne tient pas compte du fait que, à partir des xylénols par exemple, se formeront des crésols dont les isomères les plus stables s'accumuleront dans les produits de craquage, tandis que l'ortho-crésol se dégradera plus rapidement.

P. Bredael [7] a étudié le craquage du 2,4-xylénol. On a représenté, dans la figure 6, les rendements molaires en fonction de la température de différents composés formés par le craquage du 2,4-xylénol et condensés dans la phase liquide.

On voit que la formation des crésols est maximum vers 750°, celle du phénol vers 790°, celle

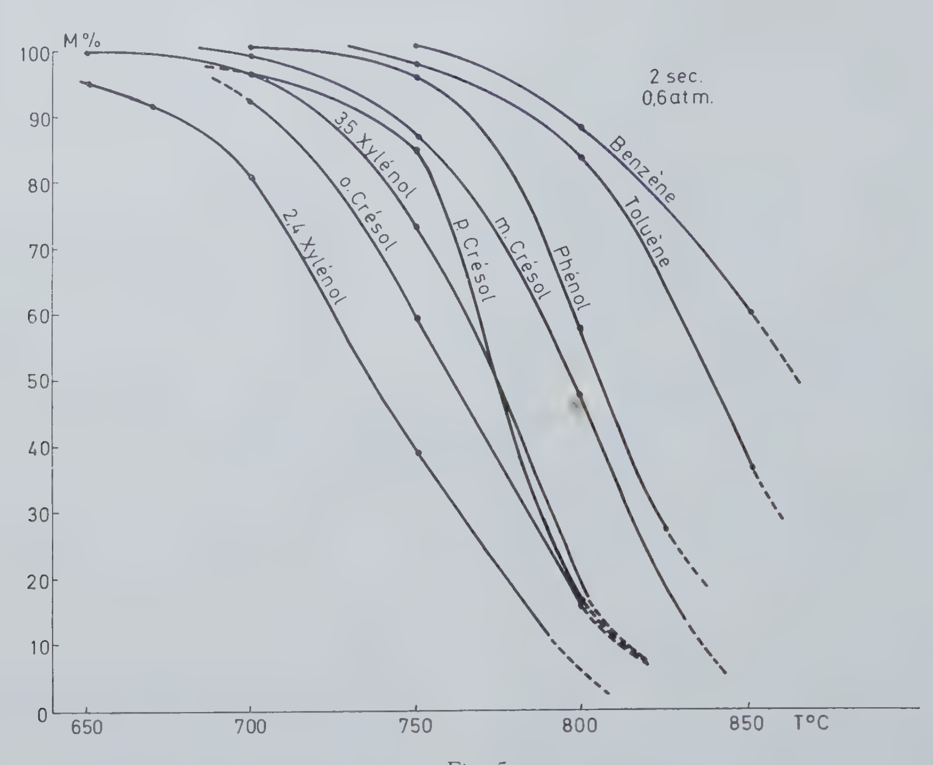


Fig. 5.
Taux de craquage en fonction de la température.

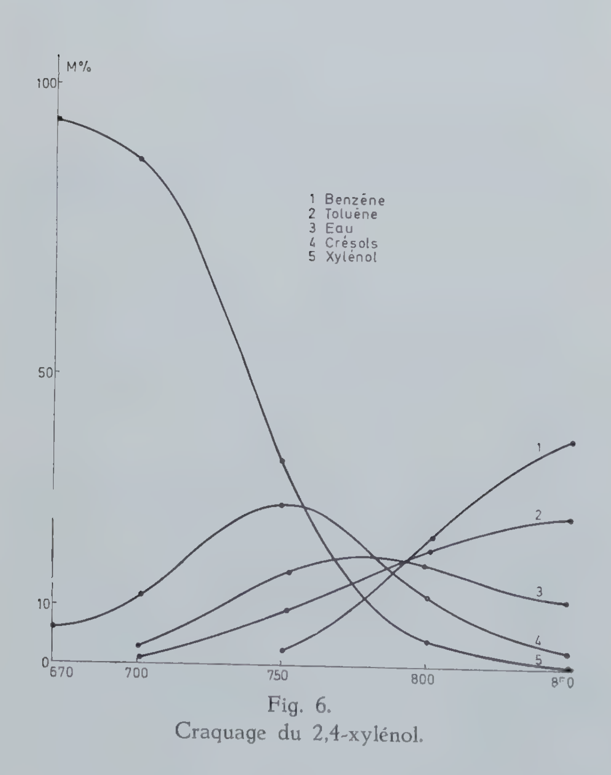


Fig. 6.
Craquage du 2,4-xylénol.

du toluène vers 820° et que celle du benzène continue à croître jusqu'à 850°.

Ces courbes et toutes celles qu'on obtient de la même manière au départ d'autres composés ou de leurs mélanges, traduisent un bilan qui s'établit entre la vitesse de formation d'un composé et sa vitesse de disparition. Le craquage du benzène n'est pas négligeable déjà à 800°. Mais sa vitesse de formation au détriment du toluène et du phénol est plus grande que sa vitesse de décomposition. Il en résulte que sa concentration continue à croître jusqu'à 850° bien qu'on puisse remarquer une inflexion de la courbe à 800°, qui traduit le début d'un craquage assez important du benzène. Le même raisonnement peut être fait pour chacun des composés formés.

32. Craquage d'une fraction phénolique d'un goudron de basse température

Quelques travaux seulement, peu systématiques, ont été faits sur le craquage thermique en atmosphère inerte, en l'absence de catalyseurs et à pression atmosphérique, des goudrons de basse température.

Dans notre laboratoire, C. Braekman [8] a effectué l'étude du craquage de la fraction phénolique d'une coupe d'huile de goudron de basse température, distillant entre 120 et 180 °C, qui avait été mise à notre disposition par la Société Carbochimique de Tertre.

Cette fraction phénolique a été analysée. On peut la caractériser sommairement en disant qu'elle contient, comme le montre le tableau I, 0,19 % de phénol, 3,75 % de crésols, 26,9 % de xylénols et 46 % de phénols lourds.

TABLEAU I

Composition de la fraction phénolique extraite d'une coupe 120-180 °C d'un goudron de basse température

COMPOSES	CONCENTRATION EN M/%	
Phénol	0,19	
O-crésol	0,47	3,75
M-crésol	1,97	
P-crésol	1,31	
2,5-xylénol	2,75	26,94
3,5-xylénol	7,75	
2,4-xylénol	7,66	
2,6-xylénol	1,61	
2,3-xylénol	1,77	
3,4-xylénol	5,40	
Phénols lourds	46,05	
Eau	23,00	

TABLEAU II

Rendements pondéraux de craquage

	700 °C	750 °C	775 °C	800 °C
Phase solide	3,9 %	4,1 %	4,2 %	15,4 %
Phase liquide	87,1 %	86,5 %	73,1 %	59,9 %
Phase gazeuse	9,0 %	9,4 %	22,7 %	27,7 %

On a effectué le craquage de cette fraction phénolique entre 700 et 800 °C dans les mêmes conditions expérimentales que celles utilisées pour les composés purs. Les rendements pondéraux de craquage sont donnés dans le tableau II.

On constate une augmentation importante du rendement en gaz entre 750 et 775 °C. A 800°, on obtient une quantité importante du résidu solide.

La variation de la composition molaire de la phase liquide condensée après craquage, en fonction de la température, est représentée dans la figure 7.

On constate qu'environ 2/3 de la quantité des phénols lourds disparaissent déjà à 700 °C. Ils donnent naissance à certains isomères du xylénol, surtout le 2,4.

Par contre, d'autres isomères des xylénols, disparaissent: mais globalement les xylénols sont, à 700°, plus abondants dans la phase liquide condensée après craquage que dans la fraction phénolique non craquée. Au-dessus de 700°, la vitesse de décomposition des xylénols devient plus grande que leur vitesse de formation, alors que celle des crésols continue à augmenter.

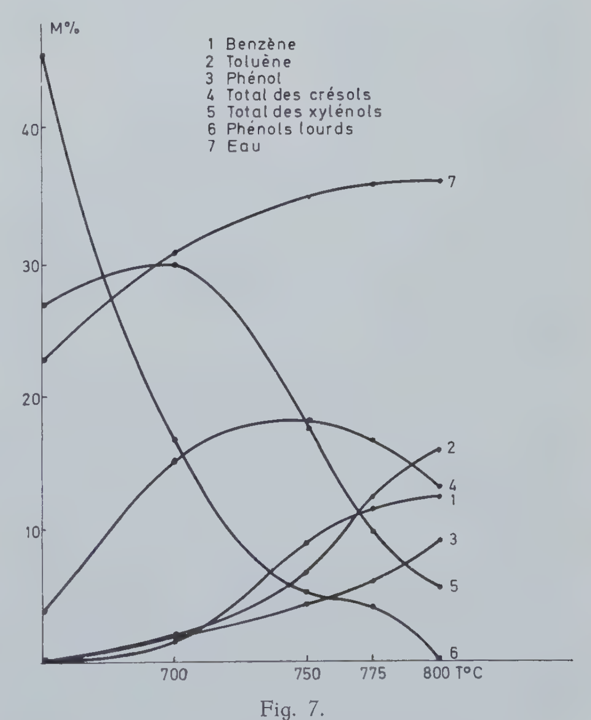


Fig. 7.
Craquage de la fraction phénolique d'un goudron de basse température.

Ainsi le rapport xylénol/crésol qui est dans le produit de départ de 9/1 passe dans la phase liquide condensée à 2/1 pour le craquage à 700° à 0,9 à 750° et à 0,42 à 800°.

Le rendement en crésols est maximum vers 750°. Au-delà de cette température, leur vitesse de craquage devient plus grande que leur vitesse de formation au départ des xylénols. Le méta-crésol est d'autant plus abondant par rapport aux isomères ortho et para que la température de craquage est plus élevée. Le rapport méta-ortho et méta-para, en fonction de la température de craquage, est donné dans le tableau III.

Les résultats obtenus montrent que le craquage thermique de la fraction phénolique traitée, provoque d'abord la disparition des phénols lourds dans un domaine de température où les crésols sont encore relativement stables.

Ces résultats sont en tous points conformes à ceux que l'on a obtenus en craquant les corps purs. On peut dès lors, suivant la nature des produits qu'on désire obtenir, choisir à partir des courbes de vitesse de craquage des corps purs, des conditions expérimentales optimales.

4. CRAQUAGE SOUS PRESSION

Différents travaux de notre laboratoire ont été consacrés au craquage sous pression des phénols purs et de leurs composés de dégradation.

Ces recherches ont été abordées par deux méthodes différentes : le craquage dynamique dans lequel le courant gazeux du composé à traiter traverse le réacteur en continu, et le craquage statique en autoclave.

41. Craquage dynamique sous pression

Les travaux effectués dans ce domaine [9, 10] ont montré que les processus de craquage sous pression ne sont pas fondamentalement différents de ceux qu'on observe à pression atmosphérique, mais qu'ils se déroulent à des températures plus basses. Les réactions de condensation et d'association sont favorisées.

Cette observation nous a conduits à étudier la formation de brai [11] par craquage dynamique sous pression d'un goudron de basse température.

Ce problème se pose en relation avec le procédé INIEX de fabrication de coke sidérurgique par cokéfaction en lit de sable pulsé d'agglomérés de charbon, réalisés au moyen de brai.

Dans ce procédé, la quantité de brai produite lors de la pyrolyse des agglomérés est inférieure à la quantité de brai consommé. Le but de ces recherches est de rendre le procédé autonome en ce qui concerne ses besoins en brai.

On a soumis au craquage dynamique sous pression, entre 10 et 40 kg/cm², à des températures comprises entre 400 et 700 °C, un goudron de basse température.

Le traitement du goudron brut provoquerait la disparition par pyrolyse d'une partie du brai initialement présent dans le goudron traité. Ceci va à l'encontre du but poursuivi et doit donc être évité.

C'est pourquoi notre étude a porté sur le comportement de la fraction distillant en dessous de 300°C, d'un goudron de basse température produit dans l'installation de l'INIEX.

On a étudié l'influence de la température entre 400° et 700 °C à une pression constante de 40 kg/cm² et un temps de séjour de 55 secondes.

On a dosé les proportions relatives de brai, de phase liquide et du dépôt de carbone et de coke sur les parois du réacteur, ainsi que la composition de la fraction aromatique de la phase liquide, débarassée du brai et des composés lourds, par passage sur silice. Les résultats sont portés dans la figure 8.

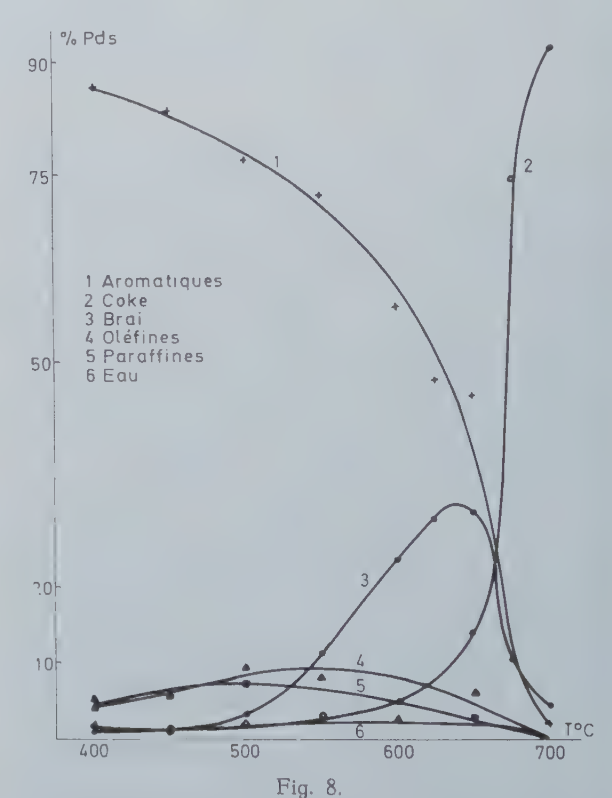


Fig. 8.
Craquage à 40 kg/cm² de la fraction distillant en dessous de 300 °C d'un goudron de basse température.

On remarque que la formation de brai passe par un maximum entre 625 et 650°. Au-delà de cette température, le dépôt dans le réacteur devient prédominant. Si l'on considère l'évolution de la composition de la fraction aromatique, on voit que celle-ci ne subit que peu d'altération jusqu'à 600°. A partir de cette température par

contre, l'évolution de la concentration des différents composés devient rapide.

La disparition des composés aromatiques lourds, observée déjà à partir de 500°, suggère que ceux-ci participent à la formation du brai.

La stabilité des phénols correspond à celle observée à pression atmosphérique: les xylénols se décomposent d'abord, les crésols ensuite et le phénol en dernier lieu.

La zone de température comprise entre 600 et 625° est, à la pression de 40 kg/cm², particulièrement favorable au but poursuivi. Elle correspond à un maximum de rendement en brai et en composés formés, sans que le dépôt carboné devienne prohibitif. Au-delà de 625°, la cokéfaction du brai devient prépondérante et explique la brutale augmentation du dépôt de carbone dans le réacteur.

A 600°C, on peut transformer en brai 84 % de la quantité d'huile de goudron qui a disparu au cours du traitement et dégrader en même temps partiellement les phénols lourds en crésols et autres composés de craquage.

42. **Craquage statique sous pression**

Différents travaux ont été effectués dans notre laboratoire sur le craquage statique en autoclave.

C. Delaunois [12] a montré qu'en faisant varier le taux de remplissage des autoclaves, on peut effectuer le craquage statique sous pression dans un domaine de température et de pression assez étendu, aussi bien en phase liquide qu'en phase gazeuse.

Cette technique permet de craquer les phénols en solution. Des études importantes menées sous la direction de C. Delaunois [13] ont été effectuées, en particulier sur les phénols en solution aqueuse après les avoir transformés en sels, les phénolates, solubles dans l'eau [14]. Ces travaux ont montré que la réactivité des phénolates est beaucoup plus grande que celle des phénols.

On a pu entre autres montrer qu'il était possible d'obtenir un taux relativement important d'isomérisation du para-crésol en ortho-crésol, ce qui présente un intérêt industriel.

5. TRANSPOSITION A L'ECHELLE INDUSTRIELLE DES RESULTATS DES RECHERCHES SUR LE CRAQUAGE

Les résultats obtenus au cours de nos recherches sur le craquage thermique à pression atmosphérique et sous pression, peuvent être dès maintenant appliqués à la valorisation des goudrons de basse température produits fatalement dans de nombreux procédés nouveaux de cokéfaction continue.

Parmi ceux-ci, nous discuterons ici de l'application de nos résultats au procédé INIEX, de cokéfaction en lit de sable pulsé. On pourrait adapter avec quelques variantes le schéma proposé aux autres procédés.

Dans le procédé INIEX, les goudrons de basse température produits sont dilués par les fumées de fluidisation. Une des voies possibles de leur valorisation, tenant compte qu'il s'agit d'un procédé de cokéfaction de charbon aggloméré au moyen de brai, est de combiner le craquage sous pression et le craquage thermique.

On a représenté dans la figure 9 un schéma de traitement des matières volatiles produites au cours de la pyrolyse en lit de sable pulsé, qui permet de réaliser successivement le craquage polymérisant sous pression et le craquage thermique à pression atmosphérique [6].

Les matières volatiles produites dans le four à sable sont soumises à une condensation fractionnée. En les refroidissant à une température voisine de 300°, on provoque la condensation du brai, constituant la fraction lourde du goudron produit. Les huiles, débarrassées de leur brai, sont ensuite traitées sous pression à l'état de vapeur dans un four de craquage dynamique sous pression de 40 kg/cm² et 600°C. Il y a formation de brai dans des proportions importantes, par réaction de polymérisation et de condensation des constituants lourds des huiles. En même temps, les phénols lourds sont partiellement dégradés en crésols et xylénols.

Après détente, les huiles ainsi traitées sont de nouveau soumises à une condensation fractionnée par refroidissement à 300° qui permet d'éliminer le brai nouvellement formé. Les matières volatiles non condensées sont envoyées dans un réacteur à 750° où elles subissent un craquage thermique à pression atmosphérique. Les phénols lourds et les xylénols sont ainsi dégradés. Le taux de craquage est principalement fonction de la température et du temps de séjour dans le réacteur. On choisira des conditions expérimentales telles que la formation des crésols et surtout de l'isomère ortho, soit optimale.

Les produits de craquage à pression atmosphérique sont ensuite soumis à une distillation classique et les fractions lourdes sont recyclées. Les phénols sont extraits par les méthodes conventionnelles.

Les avantages du schéma de traitement proposé sont nombreux. Il permet de combler le déficit en brai auquel le procédé INIEX doit faire face. Mais comme le brai se forme essentiellement au détriment des constituants lourds, il se produit simultanément un enrichissement des huiles en phénols.

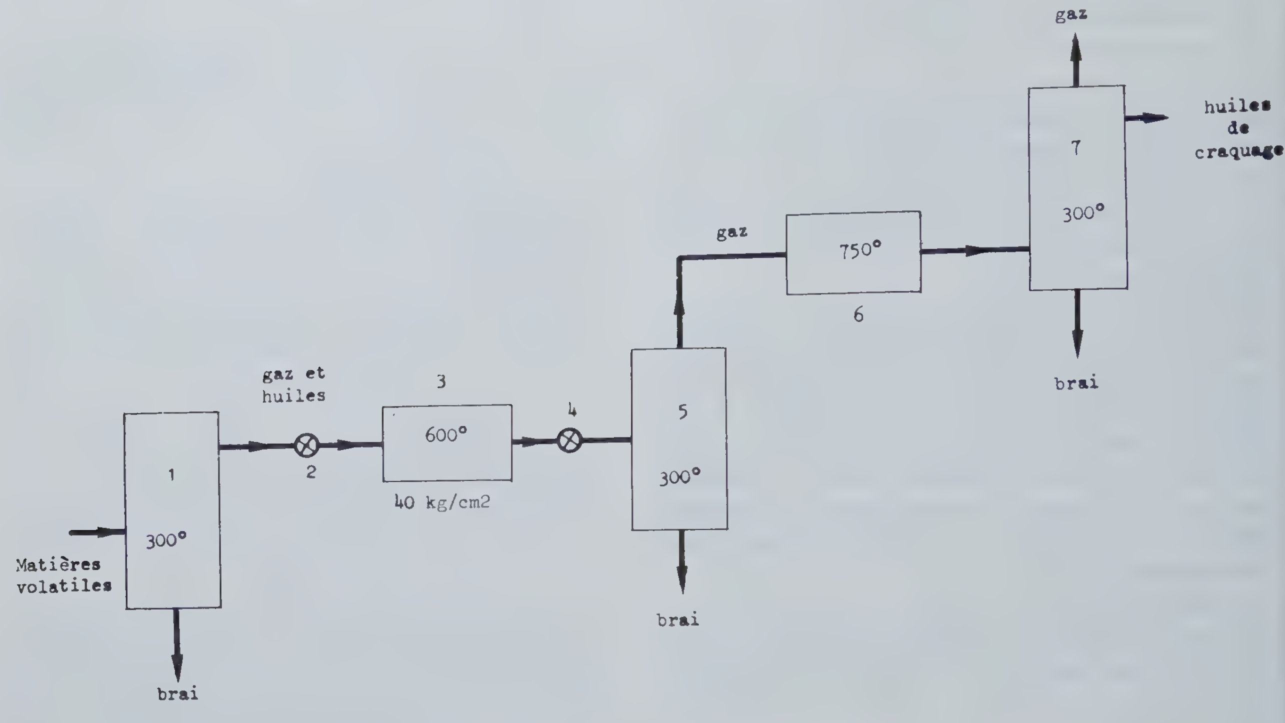


Fig. 9.
Schéma d'une installation de valorisation des goudrons primaires.
1, 5 et 7 : condenseurs à brai
2 : compresseur
3 : four de craquage dynamique sous pression
4 : vanne de détente
6 : four de craquage thermique

Le couplage direct de l'installation de craquage avec l'unité de production du coke, permet de réaliser le traitement indiqué dans des conditions économiques. Les matières volatiles ne sont refroidies qu'à 300° et la dépense calorifique pour le craquage est faible. Il n'y a qu'une seule installation de condensation des goudrons, pour la cokerie et l'unité de craquage. Elle fait suite au dernier réacteur de craquage à pression atmosphérique. La condensation fractionnée permet une première séparation des huiles sans dépense calorifique. Les phénols ne sont extraits des huiles qu'après le traitement de craquage et la condensation fractionnée finale. On évite de cette manière d'extraire des phénols qui seraient ultérieurement dégradés thermiquement, ce qui réduit la consommation en réactifs d'extraction. Les fractions riches en phénols lourds non craqués, seront recyclées après leur séparation.

Certaines des autres recherches effectuées dans notre laboratoire offrent aussi des perspectives d'applications industrielles. Dans le domaine du traitement sous pression en phase liquide des phénols et des phénolates, les résultats sont encourageants.

C'est pourquoi une installation de laboratoire destinée à traiter en continu à des pressions pouvant atteindre 1.000 kg/cm^2 et jusque 500°C, les composés et les fractions étudiés jusqu'à présent en discontinu, en autoclave, est actuellement à l'étude et sera construite dans le courant de l'année prochaine.

Elle permettra de déterminer si certains traitements, comme celui de l'isomérisation en général et du para-crésol en ortho-crésol en particulier, peuvent se faire en continu avec de bons rendements et dans de bonnes conditions.

S'il en est ainsi, nos recherches académiques dans ce domaine ont de bonnes perspectives de trouver un prolongement à l'échelle industrielle.

6. CONCLUSIONS

Nos recherches sur la valorisation des goudrons de basse température, sous-produits de la cokéfaction continue du charbon, par craquage thermique à pression atmosphérique et sous pression ont conduit à des résultats qui semblent pouvoir être transposés à l'échelle industrielle.

Il conviendrait d'abord de choisir un des nombreux procédés de fabrication de coke, afin d'adapter le traitement des matières volatiles aux conditions dépendant du procédé retenu.

Il faudrait ensuite fixer les conditions expérimentales de craquage en fonction des rendements optima en composés qu'on désire obtenir. Les étu-

des cinétiques effectuées permettent de le faire immédiatement.

Le craquage thermique permet d'obtenir en fonction de la température, du temps de contact et de la nature du gaz vecteur, sans difficulté, une gamme de composés de dégradation qui représentent une valorisation importante des goudrons bruts.

Le craquage sous pression, en phase gazeuse, s'impose si l'on désire produire une quantité supplémentaire de brai, destinée à l'élaboration de briquettes, par agglomération de charbon ou de semi-coke.

Les travaux effectués dans ces deux domaines de recherche permettent d'entreprendre actuellement l'étude des installations industrielles appropriées.

Dans le domaine du craquage sous pression en phase liquide, il faut attendre que les expériences en continu, dans une installation de laboratoire actuellement en voie d'élaboration, aient été effectuées pour se prononcer.

S'il s'avère qu'on peut, dans ces conditions, réaliser aussi d'importantes isomérisations comme on l'a obtenu en autoclave, cette fois pour des temps de réaction courts, de bonnes perspectives s'ouvriront dans ce domaine. Mais actuellement il est encore trop tôt pour se prononcer.

Les recherches effectuées dans notre laboratoire ont bénéficié des travaux effectués par les chercheurs de l'INIEX, avec qui une collaboration aussi efficace qu'agréable a été établie depuis longtemps. De même, nous avons pu bénéficier de l'expérience et des résultats obtenus par le groupe de recherche de la Carbonisation Centrale de Tertre.

La Commission des Communautés Européennes a su promouvoir, par la mise en place d'un groupe international de chercheurs de haut niveau scientifique, les recherches appliquées dont j'ai eu l'honneur d'exposer ici les résultats.

Je me permets de souligner que la confrontation régulière des résultats obtenus par nos groupes respectifs, au cours de nos conférences semestrielles, a été un élément stimulant qui a largement contribué au succès de nos travaux.

La CCE nous a permis de démontrer, pour ce qui nous concerne, que les chercheurs universitaires souhaitent participer à des programmes scientifiques liés à la solution de problèmes industriels.

Je remercie ici très vivement la CCE de nous avoir apporté, par l'INIEX, son soutien financier sans lequel ces recherches n'auraient pas pu être réalisées. Je serais heureux que les applications industrielles qui pourraient être faites de nos travaux, soient pour elle la justification de la confiance qu'elle nous a témoignée.

BIBLIOGRAPHIE

[1] L. Coppens, M. Neuray, J. Bricteux : « Introduction à une étude de goudron de distillation à basse température ».
INICHAR. Bultec H.D., n° 21, 590 (1960),
et
J. Bricteux et M. Neuray : « Les hydrocarbures paraffiniques et oléfiniques d'un goudron industriel de carbonisation des houilles à basse température ».
Annales des Mines de Belgique **1967,** 1377-1389.

[2] J. André, P. Dath, J. Mathieu et E. Grand'Ry : « Ein Betrag zur Untersuchung von Primärteeren aus der Schwelung von Steinkohlen in der Wirbelschicht ».
Brennstoff-Chem. (1967), 48, 340-346 (1967), 48, 369-377.

[3] F.M.C. Corporation - New York : « Procédé F.M.C. pour l'obtention de coke moulé ».

[4] MM. W. Peters, E. Ahland et J. Langhoff, Bergbauforschung GmbH, Essen : « Développement d'un procédé continu de fabrication de coke moulé par la Bergbauforschung GmbH ».
CECA - Technique et Evolution dans le domaine de la cokéfaction - Luxembourg 1970, p. 207.

[5] MM. P. Ledent, G. Burton et M. Marcourt, Institut National des Industries Extractives, Liège : « Le développement du procédé INIEX pour la fabrication du coke moulé ».
CECA - Technique et Evolution dans le domaine de la cokéfaction - Luxembourg 1970, p. 187.

[6] R. Cyprès : « Contribution à la valorisation des goudrons de basse température produits dans les procédés de cokéfaction continue ».
38e Congrès Intern. de Chimie Indust. Istanbul 1969.

[7] R. Cyprès, C. Braekman, P. Bredael, L. Einhorn : « Etude du craquage thermique des 2,4- et 3,5-xylénols ».
Annales des Mines de Belgique, 1970, 9, 1105.

[8] C. Braekman-Danheux et R. Cyprès : « Craquage thermique à pression atmosphérique d'une fraction phénolique d'un goudron de basse température ».
Colloque de Liège 1969 et Annales des Mines de Belgique 1969, 813-818.

[9] C. Delaunois : « Craquage dynamique sous pression du 2,4-xylénol en phase vapeur ».
A paraître prochainement dans les Annales des Mines de Belgique.

[10] C. Delaunois et P. Nys : « Craquage dynamique sous pression du 3,5-xylénol en phase vapeur ».
A paraître prochainement dans les Annales des Mines de Belgique.

[11] R. Cyprès et P. Bredael : « Polymérisation et craquage dynamique sous pression d'une fraction de goudron de basse température ».

Colloque de Liège **1969** et Annales des Mines de Belgique **1969,** 983-990.

[12] C. Delaunois : « Influence du taux de remplissage des réacteurs sur la tension de vapeur et la température du début de craquage des phénols aux hautes pressions ».
Annales des Mines de Belgique **1968,** 9-16.

[13] C. Delaunois : « Application de l'influence du taux de remplissage des réacteurs sur la tension de vapeur des phénols, à l'étude du craquage statique de l'ortho-crésol sous pression ».
2e Congrès Intern. Hautes Pressions. Schloss Elmau (Allemagne Fédérale) **1968**.

[14] C. Delaunois et R. Cyprès : « Craquage Statique sous pression des isomères du Crésol en présence d'eau et de soude ».
Annales des Mines de Belgique **1970,** 5, 695.

Tableau des Mines de Houille en activité en Belgique au 1er janvier 1971

Lijst van de Steenkolenmijnen in België in bedrijf op 1 januari 1971

INTRODUCTION

Il convient d'attirer l'attention du lecteur sur une modification qu'il a été jugé nécessaire d'apporter cette année à la présentation du « Tableau des Mines de Houille en activité en Belgique au 1er janvier ».

La dernière colonne de ce tableau donnait traditionnellement le nombre moyen de présences ouvrières pendant les jours *ouvrables* au cours de l'exercice écoulé, calculé en divisant le nombre total de journées-ouvriers normales prestées pendant les jours ouvrables par le nombre de ces jours enregistré au cours de cet exercice — en l'occurrence 304 en 1970.

Depuis la généralisation de la semaine de cinq jours les samedis, jours ouvrables, ne sont généralement plus ouvrés de sorte que le quotient défini ci-dessus ne représente plus l'effectif réel normalement au travail en moyenne les jours d'activité des mines. Cet effectif réel est plus exactement exprimé par le nombre moyen d'ouvriers présents pendant les jours *ouvrés,* obtenu en divisant le total des journées normales prestées pendant les jours ouvrés par le nombre de jours ouvrés relevé dans chaque mine au cours de l'année sous revue.

C'est ce dernier nombre qui sera donné dorénavant.

Pour permettre au lecteur d'apprécier la portée de ce changement la présente publication donne chaque fois, entre parenthèses et en italique, sous le nombre moyen de présences pendant les jours *ouvrés,* l'ancien nombre moyen de présences pendant les jours *ouvrables.*

Seul le premier de ces nombres sera donné ultérieurement.

Le Directeur Général des Mines,
Ir. A. VANDENHEUVEL.

WOORD VOORAF

De lezer wordt er attent op gemaakt, dat de « Lijst van de Steenkolenmijnen in België in bedrijf op 1 januari... » dit jaar een wijziging ondergaan heeft.

In de laatste kolom van de tabel werd vroeger altijd het gemiddeld aantal aanwezigheden op de *werkdagen* in de loop van het voorbije jaar aangeduid. Dat cijfer werd berekend door het totaal aantal op de werkdagen normaal verrichte individuele diensten te delen door het aantal werkdagen van het beschouwde jaar, d.i. 304 in 1970.

Sedert de veralgemening van de vijfdagenweek wordt op de zaterdagen, die werkdagen zijn, gewoonlijk niet meer gewerkt, zodat het hierboven bepaalde quotiënt niet meer overeenstemt met het werkelijk aantal arbeiders die gemiddeld normaal aan het werk zijn op de dagen waarop de mijnen werken. Het werkelijk aantal wordt juister weergegeven door het gemiddeld aantal arbeiders die op de *gewerkte* dagen aanwezig zijn, een cijfer dat berekend wordt door het totaal aantal op de gewerkte dagen normaal verrichte diensten te delen door het aantal gewerkte dagen van iedere mijn in de loop van het beschouwde jaar. Voortaan zal dat cijfer in de tabel vermeld worden.

Opdat de lezer een idee zou hebben van de betekenis van deze verandering, hebben wij in deze publikatie, onder het gemiddeld aantal aanwezigheden op de *gewerkte* dagen, telkens het voormalig gemiddeld aantal aanwezigheden op de *werkdagen* tussen haakjes in cursief aangeduid.

Later zal nog alleen het eerste cijfer gepubliceerd worden.

De *Directeur-Generaal der Mijnen,*
Ir. A. VANDENHEUVEL.

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondés de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDENCE
				BASSIN DU	
Hensies-Pommerœul et Nord de Quiévrain 1894 ha 78 a 24 ca	Harchies, Hensies, Montrœul-sur-Haine, Pommerœul, Quiévrain, Thulin, Ville-Pommerœul.	Société anonyme des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul	Bruxelles	Jules Baudry Admin.-Délégué Direct. Général	Pommerœul
Hautrage et Hornu Ouest de Mons Rieu du Cœur et de la Boule Produits et Levant du Flénu Agrappe-Escouffiaux et Hornu-Wasmes Exploitées comme si elles ne constituaient qu'une seule concession 25.526 ha 85 a	Asquillies, Audregnies, Baisieux, Baudour, Boussu, Casteau, Ciply, Cuesmes, Dour, Elouges, Erbisœul, Eugies, Flénu, Frameries, Genly, Ghlin, Hainin, Harmignies, Harveng, Hautrage, Hensies, Hornu, Hyon, Jemappes, Jurbise, La Bouverie, Maisières, Masnuy-St-Jean, Mesvin, Mons, Montrœul-sur-Haine, Noirchain, Nimy, Nouvelles, Pâturages, Pommerœul, Quaregnon, Quiévrain, St-Ghislain, St-Symphorien, Sars-la-Bruyère, Spiennes, Tertre, Thuin, Villerot, Warquignies, Wasmes, Wasmuël, Wihéries.	Société anonyme des Charbonnages du Borinage	Cuesmes	Albert Verdonck Dir.-Gérant	Dour
				BASSIN DU	
Bois du Luc, La Barette et Trivières 2525 ha	Bray, Houdeng-Aimeries, Houdeng-Goegnies, La Louvière, Maurage, Péronnes, Strépy, Trivières.	Société anonyme des Charbonnages du Bois-du-Luc	Houdeng-Aimeries	Maurice Gossart Administrateur Direct. Général	La Louvière

(1) Explication concernant le classement : nc = non classé ; sg = siège sans grisou ; 1 = siège à grisou de 1re catég

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1970 en tonnes		Nombre moyen de présences pendant les jours ouvré en 1970
OMS ou NUMEROS	Classement (1)	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCES-SION	
BORINAGE							
Sartis	sg-1-2-3	Hensies	Marcel Cuche (Surface) Guy Thonet (Fond)	Pommerœul Pommerœul	416 700	416 700	1 077 *(916)*
Tertre	sg-1-3	Tertre	Roger Saintenois (Fond) Paul Hermans (Surface)	Cuesmes Hornu	121 300	121 300	811 *(666)*
CENTRE							
Le Quesnoy	1-2-3	Trivières	Maurice Moline (Fond) André Stainier (Surface)	Houdeng-Aimeries Houdeng-Aimeries	284 430	284 430	987 *(803)*

ège à grisou de 2e catégorie ; 3 = siège à grisou de 3e catégorie

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondés de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDENC
					BASSIN D
Monceau-Fontaine Marcinelle et Nord de Charleroi 7374 ha 99 a 54 ca	Acoz, Anderlues, Bouffioulx, Carnières, Chapelle-lez-Herlaimont, Charleroi, Couillet, Courcelles, Fontaine-l'Evêque, Forchies-la-Marche. Gerpinnes, Goutroux, Joncret, Landelies, Leernes Loverval, Marchienne-au-Pont, Marcinelle, Monceau-sur-Sambre, Montigny-le-Tilleul, Mont-sur-Marchienne, Piéton, Roux, Souvret, Trazegnies.	Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine	Monceau sur-Sambre	Modeste Alexis Direct. Gérant	Monceau-sur-Sambr
Mambourg, Sacré-Madame et Poirier réunis 1535 ha 93 a 81 ca	Charleroi, Dampremy, Gilly, Jumet, Lodelinsart, Marchienne-au-Pont, Marcinelle, Monceau-sur-Sambre, Montignies-sur-Sambre, Ransart.	Société anonyme des Charbonnages Mambourg, Sacré-Madame et Poirier Réunis	Charleroi	Modeste Coton Administrateur Direct. Gerant	Charlero
Petit-Try, Trois Sillons Sainte-Marie Défoncement et Petit-Houilleur réunis 528 ha 75 a 64 ca	Farciennes, Fleurus, Lambusart.	Société anonyme des Charbonnages du Petit-Try	Lambusart	Jacques Schein Dir.-Gérant	Hoeilaart
Tergnée, Aiseau-Presle 925 ha 42 a 72 ca	Aiseau, Farciennes, Pont-de-Loup, Presles, Roselies (prov. de Hainaut), Le Roux (prov. de Namur).	Société anonyme du Charbonnage d'Aiseau-Presle	Farciennes	Jacques Schein Direct. Gérant	Hoeylaert
Roton Ste-Catherine 404 ha 79 a 37 ca	Farciennes, Fleurus.	Société anonyme des Charb. Réunis de Roton-Farciennes et Oignies-Aiseau	Tamines	Joseph Questiaux Direct. Gérant	Tamines

(1) Extraction arrêtée le 31 octobre 1970.

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1970 en tonnes		Nombre moyen de présences pendant les jours ouvré en 1970
NOMS ou NUMEROS	Classement	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCESSION	
CHARLEROI-NAMUR							
Section Ouest n° 14	1-2	Goutroux	Maurice France (Fond)	Montignies-le-Tilleul	111 300	739 600	2 365 *(2 010)*
n° 17	2	Piéton			114 790		
Section Est n° 18	2	Marchienne-au-Pont	Raoul Dieu (Fond)	Montignies-le-Tilleul	160 460		
n° 19	2	Marchienne-au-Pont			162 450		
n° 25	2-3	Couillet			190 600		
			Jean Ghilain (Surface)	Marcinelle			
Direction Nord n° 1 [1]	2	Charleroi	José Denis (Fond et Surface)	Dampremy	77 930	218 200	903 *(753)*
Direction Sud St-Théodore	2	Dampremy			140 270		
Ste-Marie	1	Lambusart	Jacques Etienne (Fond)	Lambusart	392 570	392 570	1 041 *(860)*
			Adolphe Cornez (Surface)	Lambusart			
Tergnée	1	Farciennes	Joseph Cornil (Fond)	Chatelet	299 260	299 260	853 *(725)*
			Luc Lebon (Surface)	Farciennes			
Ste-Catherine	1	Farciennes	Georges Leclercq (Fond)	Lambusart	495 300	495 300	1 302 *(1 078)*
			Paul Brasseur (Surface)	Acoz			

CONCESSIONS		Sociétés exploitantes		Fondés de pouvoirs	
NOMS et ETENDUE	COMMUNES sur lesquelles elles s'étendent	NOMS	SIEGE SOCIAL	NOM, PRENOMS ET TITRE	RESIDENCE
					BASSIN DE
Espérance et Bonne-Fortune 494 ha 20 a 92 ca	Alleur, Ans, Glain, Grâce-Berleur, Liège, Loncin, Montegnée, Saint-Nicolas-lez-Liège.	Société anonyme des Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune	Montegnée	Philippe Paquot Direct. Gérant	Liège
Cockerill 397 ha 04 a 64 ca	Jemeppe-sur-Meuse, Ougrée, Seraing. Tilleur	Société anonyme Cockerill-Ougrée-Providence-Espérance-Longdoz, en abrégé « Cockerill »	Seraing	Charles Huriaux Administrateur Direct. général Raoul Dufrasne Directeur	Liège Liège
Grande-Bacnure et Petite-Bacnure 511 ha 69 a 52 ca	Herstal, Liège, Vottem.	Société anonyme des Charbonnages de la Grande-Bacnure	Vottem	Georges Delrée Direct. Gérant	Liège
Hasard-Cheratte 3406 ha 66 a 48 ca	Ayeneux, Barchon, Cerexhe-Heuseux, Cheratte, Evegnée, Fléron, Housse, Magnée, Melen, Micheroux, Mortier, Olne, Queue du Bois, Retinne, Saint-Remy, Saive, Soumagne, Tignée, Trembleur, Wandre.	Société anonyme des Charbonnages du Hasard	Micheroux	Paul Carpay Direct. Gérant	Micheroux
Argenteau-Trembleur 964 ha 90 a 87 ca	Argenteau, Cheratte, Dalhem, Feneur, Mortier, Saint-Remy, Trembleur.	Société anonyme des Charbonnages d'Argenteau	Trembleur	Jean Ausselet Adm.-Délégué	Lodelinsart

Sièges d'extraction			Directeurs responsables		Production nette en 1970 en tonnes		Nombre moyen de présences pendant les jours ouvré en 1970
NOMS ou NUMEROS	Classement	LOCALITE	NOMS ET PRENOMS	RESIDENCE	PAR SIEGE	PAR CONCESSION	
LIEGE							
Nouvelle-Espérance	2	Montegnée	André Leloup	Montegnée	146 320	284 550	1 109 *(906)*
St-Nicolas	2	Liège	André Bodart	Glain	138 230		
Colard	2	Seraing	Albert Bande (Fond)	Seraing	204 500	204 500	484 *(404)*
			Robert Pironet (Surface)	Sclessin-Ougrée			
Petite-Bacnure	1	Herstal	Yvon Deloge (Fond)	Ans	130 600	130 600	738 *(556)*
			Jean Massin (Surface)	Liège			
Micheroux	2	Micheroux	André Pierlot	Soumagne	204 387	448 283	1 619 *(1 242)*
Cheratte	1	Cheratte	Gérard Séquaris	Soumagne	243 896		
			Edmond Versieux (serv. électr. Fond et Surf.)	Micheroux			
Marie	1	Trembleur	Jean Defer	Blegny-Trembleur	232 000	232 000	470 *(375)*

CONCESSIES		Vergunninghoudende Vennootschappen		Gevolmachtigde personen	
NAAM EN OPPERVLAKTE	GEMEENTEN waaronder zij zich uitstrekken	NAAM	MAAT-SCHAPPE-LIJKE ZETEL	NAAM, VOORNAMEN EN TITEL	WOON-PLAATS
					KEMPENS
« **Concessie van het Kempens Bekken** » 35.710 ha	As, Beringen, Beverlo, Dilsen, Genk, Gruitrode, Hasselt, Helchteren, Heppen, Heusden, Houthalen, Koersel, Leopoldsburg, Leut, Lummen, Maasmechelen, Meeuwen, Oostham, Opglabbeek, Opoeteren, Paal, Tessenderlo, Zolder, Zonhoven, Zutendaal.	Naamloze Vennootschap Kempense Steenkolenmijnen	Grote Baan, 27, Houthalen	Louis Lycops Directeur-Generaal	Zolder

(1) Uitleg aangaande de indeling; nc = niet ingedeeld; sg = zetel zonder mijngas; 1 = zetel gerangschikt i[n] ... gerangschikt in de 3e categorie der mijnen met mijngas.

Ontginningszetels			Verantwoordelijke leiders		Nettoproduktie in 1970		Gemiddeld aantal aanwezigheden op de gewerkte dagen in 1970
NAAM	INDELING (1)	GEMEENTE	NAAM EN VOORNAMEN	WOONPLAATS	PER ZETEL	PER CONCESSIE	
BEKKEN							
Beringen	1	Koersel	Gilbert Goddeeris (Ondergrond)	Koersel	1 338 715		2 956 *(2 241)*
			Georges Dellicour (Bovengrond)	Koersel			
Zolder	1	Zolder	André Van Walle (Ondergrond)	Zolder	2 173 215	7 095 000	4 702 *(3 495)*
			Albert Van Damme (Bovengrond)	Houthalen			
Winterslag	1	Genk	Francis Verhees (Ondergrond)	Genk - Winterslag	1 276 590		3 182 *(2 332)*
			Jozef Brunard (Bovengrond)	»			
Waterschei	1	Genk	Roger Renodeyn (Ondergrond)	Genk Waterschei	1 176 000		2 786 *(2 039)*
			Firmin Verhaege (Bovengrond)	»			
Eisden	1	Maasmechelen	Jacques Vander Putte (Ondergrond)	Eisden	1 130 480		2 539 (1 964)
			Pierre Ghysels (Bovengrond)	Houthalen			

egorie der mijnen met mijngas ; 2 = zetel gerangschikt in de 2e categorie der mijnen met mijngas ; 3 = zetel

CONSEILS, CONSEILS D'ADMINISTRATION, COMITES ET COMMISSIONS

Composition au 1er janvier 1971

CONSEIL NATIONAL CONSULTATIF DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Siège : rue Demot 26, 1040 Bruxelles

Président :

M. DE JONGHE, Eugène,
présenté par le Ministre des Affaires économiques.

Membres :

MM. BAUDRY, Jules;
LIGNY, Jean;
PAQUOT, Guy;
LYCOPS, Louis,
présentés par les organisations les plus représentatives des entreprises charbonnières;

MM. BALESSE, Robert;
OLYSLAEGERS, Jan;
THOMASSEN, Mathieu;
VANDENDRIESSCHE, Emile,
présentés par les organisations les plus représentatives des travailleurs occupés dans les entreprises charbonnières;

MM. de la VALLEE POUSSIN, Charles;
ROLIN, André;
HUYSSENS, Robert;
GOEYERS, Henri,
présentés par les organisations les plus représentatives des utilisateurs et négociants de charbon;

MM. SCHUGENS, Willy;
LECLERCQ, Oscar;
LAMBRECHTS, Guido;
JAVAUX, René,
présentés par les organisations syndicales interprofessionnelles les plus représentatives;

M. VANDENHEUVEL, André,
désigné par le Ministre des Affaires économiques;

M. WOESTYN, Etienne,
désigné par le Ministre des Finances;

RADEN, BEHEERRADEN, COMITES EN COMMISSIES

Samenstelling op 1 januari 1971

NATIONALE ADVISERENDE RAAD VOOR DE KOLENNIJVERHEID

Zetel : Demotstraat 26, 1040 Brussel

Voorzitter :

de H. DE JONGHE, Eugeen,
voorgedragen
door de Minister van Economische Zaken.

Leden :

de HH. BAUDRY, Jules;
LIGNY, Jean;
PAQUOT, Guy;
LYCOPS, Louis,
voorgedragen door de meest representatieve organisaties der kolenbedrijven;

de HH. BALESSE, Robert;
OLYSLAEGERS, Jan;
THOMASSEN, Mathieu;
VANDENDRIESSCHE, Emile,
voorgedragen door de meest representatieve werknemersorganisaties der kolenbedrijven;

de HH. de la VALLEE POUSSIN, Charles;
ROLIN, André;
HUYSSENS, Robert;
GOEYERS, Henri,
voorgedragen door de meest representatieve organisaties der kolenverbruikers en handelaars;

de HH. SCHUGENS, Willy;
LECLERCQ, Oscar;
LAMBRECHTS, Guido;
JAVAUX, René,
voorgedragen door de meest representatieve interprofessionele vakorganisaties;

de H. VANDENHEUVEL, André,
aangewezen door de Minister van Economische Zaken;

de H. WOESTYN, Etienne,
aangewezen door de Minister van Financiën;

M. MISSOTTEN, Omer,
désigné par le Ministre de l'Emploi et du Travail;

M. POPPE, Marcel,
désigné par le Ministre des Communications.

Chargé du Secrétariat :

M. GOFFART, Pierre, ingénieur principal divisionnaire des mines.

de H. MISSOTTEN, Omer,
aangewezen door de Minister van Tewerkstelling en Arbeid;

de H. POPPE, Marcel,
aangewezen door de Minister van Verkeerswezen.

Belast met het Secretariaat :

de H. GOFFART, Pierre, eerstaanwezend divisiemijningenieur.

CONSEILS CONSULTATIFS PROVINCIAUX

A. Pour le bassin du Hainaut.

Siège : Centre Albert, Place Albert 1er
6000 Charleroi

M. TREFOIS, Achille,
désigné par le Ministre des Affaires économiques;

MM. COTON, Modeste;
GOSSART, Maurice;
VAN BREE, Paul;
VERDONCK, Albert;
QUESTIAUX, Joseph,
présentés par l'organisation représentative de la direction des entreprises charbonnières;

MM. JADOT, Fernand;
DUBOIS, Evariste;
NEFFE, Noël;
CHERAMY, Robert;
RASSENEUR, Julien,
présentés par les organisations les plus représentatives du personnel ouvrier, employé et cadres des charbonnages;

MM. PETRE, René;
ANDRIS, Henri;
MICHAUX, Léon,
désignés par la Députation permanente du Hainaut.

Secrétaire :

M. MIGNION, Georges,
ingénieur principal divisionnaire des Mines.

B. Pour le Bassin de Liège.

Siège : avenue Rogier 10, 4000 Liège

M. DELREE, Henri,
désigné par le Ministre des Affaires économiques;

MM. DELREE, Georges;
CARPAY, Paul;
PAQUOT, Philippe;

PROVINCIALE ADVISERENDE RADEN

A. Voor het Bekken van Henegouwen.

Zetel : Centre Albert, Place Albert 1er
6000 Charleroi

de H. TREFOIS, Achille,
aangewezen door de Minister van Economische Zaken;

de HH. COTON, Modeste;
GOSSART, Maurice;
VAN BREE, Paul;
VERDONCK, Albert;
QUESTIAUX, Joseph,
voorgedragen door de representatieve organisatie van de leiding der kolenmijnen;

de HH. JADOT, Fernand;
DUBOIS, Evariste;
NEFFE, Noël;
CHERAMY, Robert;
RASSENEUR, Julien,
voorgedragen door de meest representatieve organisaties van het arbeiders-, bedienden- en kaderpersoneel van de kolenmijnen;

de HH. PETRE, René;
ANDRIS, Henri;
MICHAUX, Léon,
aangewezen door de Bestendige Deputatie van Henegouwen.

Secretaris :

de H. MIGNION, Georges, eerstaanwezend divisiemijningenieur.

B. Voor het Bekken van Luik.

Zetel : avenue Rogier 10, 4000 Luik

de H. DELREE, Henri,
aangewezen door de Minister van Economische Zaken;

de HH. DELREE, Georges;
CARPAY, Paul;
PAQUOT, Philippe;

DESSARD, René;
DUFRASNE, Raoul,
présentés par l'organisation représentative de la direction des entreprises charbonnières;

MM. CHARLIER, Lucien;
CANTARELLI, Sante;
MELIS, Joseph;
BOULANGER, Antoine;
ADOVASIO, Vincenzo,
présentés par les organisations les plus représentatives du personnel ouvrier, employé et cadres des charbonnages;

MM. LATIN, Joseph;
PAQUE, Simon;
HENCKAERTS, Emile,
désignés par la Députation permanente de Liège.

Secrétaire :

M. CAJOT, Pierre, ingénieur principal divisionnaire des mines.

C. Pour le Bassin de la Campine.

Siège : Thonissenlaan 18, 3500 Hasselt

M. VAN MALDEREN, Jean-Louis,
désigné par le Ministre des Affaires économiques;

MM. ROUSSEAU, Jules;
NELISSEN, François;
CURTIS, John;
de MARNEFFE, Paul;
SEUTIN, Guy,
présentés par l'organisation représentative de la direction des entreprises charbonnières;

MM. BAEYENS, Jan;
GROSSI, Sylvano;
LUYSMANS, Jacques;
OOMS, Jozef;
RENDERS, August,
présentés par les organisations les plus représentatives du personnel ouvrier, employé et cadres des charbonnages;

MM. CLAESSEN, Albert;
NEESSEN, Victor;
MOONS, Hendrik,
désignés par la Députation permanente du Limbourg.

Secrétaire :

M. DECKERS, Frans, ingénieur principal divisionnaire des mines.

DESSARD, René;
DUFRASNE, Raoul,
voorgedragen door de representatieve organisatie van de leiding der kolenmijnen;

de HH. CHARLIER, Lucien;
CANTARELLI, Sante;
MELIS, Joseph;
BOULANGER, Antoine;
ADOVASIO, Vincenzo,
voorgedragen door de meest representatieve organisaties van het arbeiders-, bedienden- en kaderpersoneel van de kolenmijnen;

de HH. LATIN, Joseph;
PAQUE, Simon;
HENCKAERTS, Emile,
aangewezen door de Bestendige Deputatie van Luik.

Secretaris .

de H. CAJOT, Pierre, eerstaanwezend divisiemijningenieur.

C. Voor het Kempens Bekken.

Zetel : Thonissenlaan 18, 3500 Hasselt

de H. VAN MALDEREN, Jean-Louis,
aangewezen door de Minister van Economische Zaken;

de HH. ROUSSEAU, Jules;
NELISSEN, François;
CURTIS, John;
de MARNEFFE, Paul;
SEUTIN, Guy,
voorgedragen door de representatieve organisatie van de leiding der kolenmijnen;

de HH. BAEYENS, Jan;
GROSSI, Sylvano;
LUYSMANS, Jaak;
OOMS, Jozef;
RENDERS, August,
voorgedragen door de meest representatieve organisaties van het arbeiders-, bedienden- en kaderpersoneel van de kolenmijnen;

de HH. CLAESSEN, Albert;
NEESSEN, Victor;
MOONS, Hendrik,
aangewezen door de Bestendige Deputatie van Limburg.

Secretaris :

de H. DECKERS, Frans, eerstaanwezend divisiemijningenieur.

CONSEIL SUPERIEUR DE LA SECURITE MINIERE

Siège : rue Demot 26, 1040 Bruxelles

Président :

Le Directeur général des Mines :

M. VANDENHEUVEL, A.

Secrétaires :

CALLUT, H., Ingénieur en chef-directeur des Mines;

HAUSMAN, A., Directeur du Centre de Coordination des Centrales de Sauvetage de Campine;

SNEL, M., Ingénieur principal divisionnaire des Mines.

Rapporteur :

TONDEUR, A., Ingénieur en chef-directeur des Mines.

Membres :

ANDRY, J., Ingénieur en chef à la S.A. des Charbonnages Mambourg, Sacré-Madame et Poirier réunis;

BALESSE, R., de la Centrale syndicale des Travailleurs des Mines de Belgique;

BOULANGER, A., de la Centrale des Francs-Mineurs;

CUCHE, M., Directeur des Travaux du fond aux Charbonnages d'Hensies-Pommerœul;

DE CONINCK, L., Directeur du Centre national belge de Coordination des Centrales de Sauvetage;

DE CRAEN, F., de la Centrale des Francs Mineurs;

DELREE, H., Directeur divisionnaire des Mines de la division de Liège;

DE MULDER, J., de la Centrale Générale (Fédération générale du travail de Belgique);

DUBOIS, E., de la Centrale syndicale des Travailleurs des Mines de Belgique;

GODDEERIS, G., Ingénieur à la S.A. « Kempense Steenkolenmijnen »;

HUBERLAND, J., Ingénieur;

LEDENT, P., Directeur de l'Institut national des Industries Extractives;

LOGELAIN, G., Inspecteur général des Mines;

HOGE RAAD VOOR VEILIGHEID IN DE MIJNEN

Zetel : Demotstraat 26, 1040 Brussel

Voorzitter :

De Directeur-Generaal der Mijnen :

De H. VANDENHEUVEL, A.

Secretarissen :

CALLUT, H., Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen;

HAUSMAN, A., Directeur van het Coördinatiecentrum van de Kempense Reddingscentrales;

SNEL, M., Eerstaanwezend divisiemijningenieur.

Verslaggever :

TONDEUR, A., Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen.

Leden :

ANDRY, J., Hoofdingenieur van de N.V. « Charbonnages Mambourg, Sacré-Madame et Poirier réunis »;

BALESSE, R., van de Nationale Centrale der Mijnwerkers van België;

BOULANGER, A., van de Centrale der Vrije Mijnwerkers;

CUCHE, M., Directeur der Ondergrondse Werken bij de « Charbonnages d'Hensies-Pommerœul »;

DE CONINCK, L., Directeur van het Belgisch Nationaal Coördinatiecentrum van de Reddingscentrales;

DE CRAEN, F., van de Centrale der Vrije Mijnwerkers;

DELREE, H., Divisiedirecteur der Mijnen van de afdeling Luik;

DE MULDER, J., van de Algemene Centrale (Algemeen Belgisch Vakverbond);

DUBOIS, E., van de Nationale Centrale der Mijnwerkers van België;

GODDEERIS, G., Ingenieur bij de N.V. Kempense Steenkolenmijnen;

HUBERLAND, J., Ingenieur;

LEDENT, P., Directeur van het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven;

LOGELAIN, G., Inspecteur-Generaal der Mijnen;

LORENT, H., de la Centrale Générale (Fédération générale du travail de Belgique);

MOLINE, M., Directeur des Travaux de la S.A. des Charbonnages du Bois-du-Luc;

NEFFE, N., de la Centrale Syndicale des Travailleurs des mines de Belgique;

OLYSLAEGERS, J., de la Centrale syndicale des Travailleurs des Mines de Belgique;

OOMS, J., de la Centrale des Francs-Mineurs;

PEETERS, M., Directeur général de la Fédération charbonnière de Belgique;

RENDERS, A., de la Centrale des Francs-Mineurs;

SCHOEMANS, A., Administrateur-directeur des Ardoisières de Warmifontaine;

STENUIT, R., Directeur divisionnaire des Mines;

THOEN, F., du Groupement national de l'Industrie de la Terre cuite ;

TREFOIS, A., Directeur divisionnaire des mines de la Division du Hainaut;

VAN BERWAER, R., de la S.A. « Kempense Steenkolenmijnen »;

VANDENDRIESSCHE, E., de la Centrale des Francs-Mineurs;

VAN MALDEREN, J., Directeur divisionnaire des Mines de la division de Campine;

VERHEES, F., Directeur des Travaux du fond du siège Winterslag de la S.A. « Kempense steenkolenmijnen »;

WOUTERS, E., Directeur adjoint de l'Union des Producteurs belges de chaux, calcaires, dolomies et produits connexes.

LORENT, H., van de Algemene Centrale (Algemeen Belgisch Vakverbond);

MOLINE, M., Directeur der Werken van de N.V. « Charbonnages du Bois-du-Luc »;

NEFFE, N., van de Nationale Centrale der Mijnwerkers van België;

OLYSLAEGERS, J., van de Nationale Centrale der Mijnwerkers van België;

OOMS, J., van de Centrale der Vrije Mijnwerkers;

PEETERS, M., Directeur-Generaal van de Belgische Steenkool Federatie;

RENDERS, A., van de Centrale der Vrije Mijnwerkers;

SCHOEMANS, A., Administrateur-Directeur van de « Ardoisières de Warmifontaine »;

STENUIT, R., Divisiedirecteur der Mijnen;

THOEN, F., van de Nationale Groepering der Kleinijverheid;

TREFOIS, A., Divisiedirecteur der Mijnen van de Afdeling Henegouwen;

VAN BERWAER, R., van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen;

VANDENDRIESSCHE, E., van de Centrale der Vrije Mijnwerkers;

VAN MALDEREN, J., Divisiedirecteur der Mijnen van de afdeling Kempen;

VERHEES, F., Directeur der Ondergrondse Werken van de zetel Winterslag van de N.V. Kempense steenkolenmijnen;

WOUTERS, E., Adjunct-Directeur van de Vereniging der Belgische Voortbrengers van kalk, kalksteen, dolomiet en aanverwante producten.

CONSEIL GEOLOGIQUE

Siège : rue Jenner 13, 1040 Bruxelles

Président :

Le Directeur général des Mines :

M. VANDENHEUVEL, A.

Membre-secrétaire :

DELMER, A., Ingénieur en chef-directeur des Mines, Chef du Service géologique de Belgique.

Membres :

de BETHUNE, P., Professeur à l'Université de Louvain;

AARDKUNDIGE RAAD

Zetel : Jennerstraat 13, 1040 Brussel

Voorzitter :

De Directeur-Generaal der Mijnen :

De H. VANDENHEUVEL, A.

Lid-secretaris :

DELMER, A., Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen, Hoofd van de Aardkundige Dienst van België.

Leden :

de BETHUNE, P., Hoogleraar aan de Universiteit van Leuven;

de MAGNEE, I., Professeur à l'Université de Bruxelles;

HACQUAERT, A., Professeur à l'Université de Gand;

KAISIN, F., Professeur à l'Université de Louvain;

LOGELAIN, G., Inspecteur général des Mines;

MARLIERE, R., Professeur à la Faculté Polytechnique de Mons ;

MICHOT, P., Professeur à l'Université de Liège;

MORTELMANS, G., Professeur à l'Université de Bruxelles;

TAVERNIER, R., Professeur à l'Université de Gand, Membre correspondant de l'Académie flamande - Classe des Sciences;

VAN LECKWIJCK, W., Directeur du Centre national de Géologie houillère.

de MAGNEE, I., Hoogleraar aan de Universiteit van Brussel;

HACQUAERT, A., Hoogleraar aan de Universiteit van Gent;

KAISIN, F., Hoogleraar aan de Universiteit van Leuven;

LOGELAIN, G., Inspecteur-Generaal der Mijnen;

MARLIERE, R., Hoogleraar aan de « Faculté Polytechnique de Mons » ;

MICHOT, P., Hoogleraar aan de Universiteit van Luik;

MORTELMANS, G., Hoogleraar aan de Universiteit van Brussel;

TAVERNIER, R., Hoogleraar aan de Universiteit van Gent, briefwisselend lid van de Koninklijke Vlaamse Akademie - Klasse der Wetenschappen;

VAN LECKWIJCK, W., Directeur van het Nationaal Centrum voor Geologie der Steenkolenformaties.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Siège : « Bois du Val-Benoît » rue du Chéra, 4000 Liège

Président :

VANDENHEUVEL, A., Directeur général des Mines, à Bruxelles.

Vice-Présidents :

BRISON, L., Professeur ordinaire à la Faculté Polytechnique de Mons, à Mons;

LYCOPS, L., Directeur général de la S.A. « Kempense Steenkolenmijnen », à Houthalen.

Secrétaire :

TONDEUR, A., Ingénieur en chef-directeur des Mines, à Bruxelles.

Rapporteur :

LEDENT, P., Directeur de l'Institut National des Industries Extractives, à Liège.

RAAD VAN BEHEER VAN HET NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

Zetel : « Bois du Val-Benoît » rue du Chéra, 4000 Luik

Voorzitter :

VANDENHEUVEL, A., Directeur-Generaal der Mijnen, te Brussel.

Ondervoorzitters :

BRISON, L., Gewoon Hoogleraar aan de « Faculté Polytechnique de Mons », te Bergen;

LYCOPS, L., Directeur-Generaal van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen, te Houthalen.

Secretaris :

TONDEUR, A., Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen, te Brussel.

Verslaggever :

LEDENT, P., Directeur van het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven, te Luik.

Membres :

BAEYENS, J., Secrétaire de la Centrale régionale des Mineurs du Limbourg, à Zonhoven;

BAUDRY, J., Administrateur-délégué de la S.A. des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul, à Hensies;

DEHING, I., Directeur divisionnaire des Mines, à Bruxelles;

DE KEYSER, W., Professeur ordinaire à l'Université de Gand, à Gand;

DELREE, H., Directeur divisionnaire des Mines, à Liège;

DUBOIS, E., Président de la Centrale des Mineurs, à Leval-Trahegnies;

EVRARD, P., Professeur à l'Université de Liège, à Liège;

FRANÇOIS, A., Directeur général de la S.A. des Carrières et Fours à Chaux d'Aisemont, à Aisemont;

MASSART, L., Professeur au Centre universitaire de l'Etat, à Anvers;

OOMS, J., Secrétaire régional pour la Province de Limbourg, de la Centrale des Francs Mineurs, à Genk;

OVERTUS, E., Secrétaire national du Syndicat des Employés, Techniciens et Cadres de Belgique, à Bruxelles;

PAQUET, R., Directeur général de la Fédération professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles;

PEIRS, G., Ingénieur au Service technique du Groupement national de l'Industrie de la Terre cuite, à Bruxelles;

ROEGIERS, J., Directeur-gérant de la S.A. Poudreries Réunies de Belgique, à Bruxelles;

SOUILLARD, G., Directeur Général de Labofina, à Bruxelles;

VANDENDRIESSCHE, E., Secrétaire général de la Centrale des Francs Mineurs, à Courcelles;

VAN MALDEREN, J., Directeur divisionnaire des Mines, à Hasselt.

Commissaire du Gouvernement :

PERWEZ, L., Ingénieur en chef-directeur des Mines, à Embourg;

Délégué du Ministre des Finances :

VALENTIN, M., Inspecteur général des Finances, à Bruxelles;

Leden :

BAEYENS, J., Secretaris van de gewestelijke Centrale der Mijnwerkers van Limburg, te Zonhoven;

BAUDRY, J., Afgevaardigde-beheerder van de N.V. « Charbonnages d'Hensies-Pommerœul », te Hensies;

DEHING, I., Divisiedirecteur der Mijnen te Brussel ;

DE KEYSER, W., Gewoon Hoogleraar aan de Rijksuniversiteit van Gent, te Gent;

DELREE, H., Divisiedirecteur der Mijnen, te Luik;

DUBOIS, E., Voorzitter van de Centrale der Mijnwerkers, te Leval-Trahegnies;

EVRARD, P., Hoogleraar aan de Rijksuniversiteit van Luik, te Luik;

FRANÇOIS, A., Directeur-generaal van de N.V. « Carrières et Fours à Chaux d'Aisemont », te Aisemont;

MASSART, L., Hoogleraar aan het Rijksuniversitair Centrum, te Antwerpen;

OOMS, J., Gewestelijk Secretaris voor de Provincie Limburg van de Centrale der Vrije Mijnwerkers, te Genk;

OVERTUS, E., Nationaal Secretaris van de Bond der Bedienden, Technici en Kaders van België, te Brussel;

PAQUET, R., Directeur-generaal van de Bedrijfsfederatie van de Voortbrengers en Verdelers van Elektriciteit in België, te Brussel;

PEIRS, G., Ingenieur bij de Technische Dienst van de Nationale Groepering der Kleinijverheid, te Brussel;

ROEGIERS, J., Directeur-gerant van de N.V. « Poudreries Réunies de Belgique », te Brussel;

SOUILLARD, G., Directeur-Generaal van Labofina, te Brussel;

VANDENDRIESSCHE, E., Algemeen Secretaris van de Centrale der Vrije Mijnwerkers, te Courcelles;

VAN MALDEREN, J., Divisiedirecteur der Mijnen, te Hasselt.

Regeringscommissaris :

PERWEZ, L., Hoofdingenieur-directeur der Mijnen, te Embourg.

Afgevaardigde van de Minister van Financiën :

VALENTIN, M., Inspecteur-Generaal van Financiën, te Brussel.

Réviseur :

KIRSCHEN, E.S., Professeur à l'Université de Bruxelles, à Bruxelles.

Revisor :

KIRSCHEN, E.S., Hoogleraar aan de Universiteit van Brussel, te Brussel.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DU FONDS NATIONAL DE GARANTIE POUR LA REPARATION DES DEGATS HOUILLERS

Siège : avenue Marnix 30, 1050 Bruxelles

Président :

Délégué du Ministre des Affaires économiques :

VANDENHEUVEL, A., Directeur général des Mines.

Secrétaire :

POURTOIS, R., Conseiller au Ministère des Affaires économiques.

Membres :

ANDRE, A., Directeur administratif de la S.A. des Charbonnages du Borinage;

COTON, M., Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages de Mambourg, Sacré-Madame et Poirier réunis;

DELRUELLE, G., membre de la Chambre des Représentants;

DERUELLES, H., Sénateur;

DUVIEUSART, J., Administrateur-délégué de la S.A. Charbonnages du Centre;

GALAND, G., Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages du Bonnier;

LOGELAIN, G., Inspecteur général des Mines;

RUTTEN, M., Sénateur;

SEUTIN, G., Ingénieur en Chef-Directeur du siège Eisden de la S.A. « Kempense Steenkolenmijnen »;

TONDEUR, A., Ingénieur en Chef-Directeur des mines;

VINCENT, M., Directeur à l'Administration des Mines;

QUESTIAUX, J., Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages de Roton-Farciennes et Oignies-Aiseau.

RAAD VAN BEHEER VAN HET NATIONAAL WAARBORGFONDS INZAKE KOLENMIJNSCHADE

Zetel : Marnixlaan 30, 1050 Brussel

Voorzitter :

afgevaardigde van de Minister van Economische Zaken :

VANDENHEUVEL, A., Directeur-Generaal der Mijnen.

Secretaris :

POURTOIS, R., Adviseur bij het Ministerie van Economische Zaken.

Leden :

ANDRE, A., Administratief Directeur van de N.V. « Charbonnages du Borinage »;

COTON, M., Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages de Mambourg, Sacré-Madame et Poirier réunis »;

DELRUELLE, G., Volksvertegenwoordiger;

DERUELLES, H., Senator;

DUVIEUSART, J., Afgevaardigde-Beheerder van de N.V. « Charbonnages du Centre »;

GALAND, G., Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages du Bonnier »;

LOGELAIN, G., Inspecteur-Generaal der Mijnen;

RUTTEN, M., Senator;

SEUTIN, G., Hoofdingenieur-Directeur van de zetel Eisden van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen;

TONDEUR, A., Hoofdingenieur-Directeur der mijnen;

VINCENT, M., Directeur bij de Administratie van het Mijnwezen;

QUESTIAUX, J., Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages de Roton-Farciennes et Oignies-Aiseau ».

COMITE PERMANENT DES DOMMAGES MINIERS

Siège : avenue Marnix 30, 1050 Bruxelles

Président :

VANDENHEUVEL, A., Directeur général des Mines.

Secrétaire :

MAINIL, P.J., Ingénieur principal des mines.

Membres :

ANDRE, A., Directeur administratif de la S.A. des Charbonnages du Borinage;

COTON, M., Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages de Mambourg, Sacré-Madame et Poirier réunis;

de FABRIBECKERS de CORTILS et GRACE, Chevalier Edmond, Bourgmestre de Lummen;

de MARNEFFE, P., Directeur à la S.A. « Kempense Steenkolenmijnen »;

DURIAU, J.;

GALAND, G., Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages du Bonnier;

GOSSART, M., Directeur-Gérant de la S.A. Charbonnages du Bois-du-Luc;

HUART, R., Géomètre-expert;

MARCHAND, A.;

MEILLEUR, P., Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages de Bonne-Espérance;

PIERARD, J., Architecte, géomètre expert immobilier;

PLATEUS, F., Notaire.

VAST MIJNSCHADECOMITE

Zetel : Marnixlaan 30, 1050 Brussel

Voorzitter :

VANDENHEUVEL, A., Directeur-Generaal der Mijnen.

Secretaris :

MAINIL, P.J., Eerstaanwezend mijningenieur.

Leden :

ANDRE, A., Administratief Directeur van de N.V. « Charbonnages du Borinage »;

COTON, M., Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages de Mambourg, Sacré-Madame et Poirier réunis »;

de FABRIBECKERS de CORTILS et GRACE, Ridder Edmond, Burgemeester van Lummen;

de MARNEFFE, P., Directeur bij de N.V. Kempense Steenkolenmijnen;

DURIAU, J.;

GALAND, G., Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages du Bonnier »;

GOSSART, M., Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages du Bois-du-Luc »;

HUART, R., Landmeter-schatter;

MARCHAND, A.;

MEILLEUR, P., Directeur-Gerant van de N.V. « Charbonnages de Bonne-Espérance »;

PIERARD, J., Architect, landmeter-schatter;

PLATEUS, F., Notaris

REVUE DE LA LITTERATURE TECHNIQUE

Sélection des fiches d'INIEX

INIEX publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet,* à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de sleconserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.

b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet,* donnant des vues sur toutes les nouveautés.

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. **A 34** Fiche n° **56.451**

H. PORTH. Die Erdöl- und Erdgasexploration in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1969. *L'exploration pour pétrole et gaz naturel dans la République Fédérale d'Allemagne en 1969.* — **Erdöl und Kohle-Erdgas-Petrochemie,** 1970, septembre, p. 546/555, 8 fig.

L'accroissement de l'activité des forages de reconnaissance qui s'était manifesté en 1968 déjà, s'est poursuivi au cours de 1969. La recherche de structures réservoirs de gaz naturel fut couronnée de succès par la découverte de trois nouveaux gisements (Bahnsen, Quaadmoor et Rütenbroek) dans le N-W de l'Allemagne, ainsi qu'à Inzenham dans la région pré-alpine; ceci résulta en un nouvel accroissement des réserves de gaz connues. On effectua de très nombreux trous de sonde pour l'exploration du pétrole et un d'entre eux (Gross-Lessen 2) recoupa un gisement intéressant de pétrole entre le Weser et l'Ems. L'activité de forage de développement de la production, également intensifiée en 1969 par rapport à 1968, conduisit, dans une série de champs pétrolifères déjà connus, à une extension sensible des aires exploitées et à la découverte de nouveaux horizons productifs.

IND. **A 45** Fiche n° **56.301**

F.K. BRENTRUP. Seismische Vorfelderkundung zur Ortung tektonischer Störungen im Steinkohlenbergbau. *Exploitation séismique d'un panneau en vue de repérer des dérangements tectoniques dans les charbonnages.* — **Glückauf,** 1970, 17 septembre, p. 933/938, 5 fig. **Traduction française Cerchar n° 660-70.**

Dans le cadre d'un projet bénéficiant de l'aide financière de l'Etat Nordrhein-Westfalen, la méthode des ondes de couches de T. Krey a été développée en vue de repérer les dérangements tectoniques dans un panneau d'exploitation préalablement à sa mise à fruit pratique. Des recherches effectuées, il résulte que non seulement les dérangements tectoniques mais également d'autres accidents qui peuvent empêcher ou entraver l'exploitation, tels que étreintes (wash out), crochons, peuvent être localisés dans l'espace. La précision de cette localisation est fournie par la méthode. La sismique des ondes de couche — en raison de sa capacité limitée — ne peut être valablement appliquée dans les zones fortement dérangées. Une estimation de l'amplitude du rejet du dérangement est possible sous certaines conditions en recourant à des mesures combinées de la réflexion et de la réfraction des ondes acoustiques. Dans la mesure où les données associées à l'objet ne concernent qu'un cadre restreint, la précision obtenue satisfait, dans la plupart des cas, aux exigences de la pratique. Le degré de correction des pronostics formulés varie entre « suffisant et bon »; toutefois une amélioration de celui-ci est nécessaire et souhaitable.

Biblio. 4 réf.

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. **B 31** Fiche n° **56.290**

A.R. RAICHUR. Constructing two diversion tunnels for Ramganga project in India. *La construction de deux tunnels de diversion pour le projet Ramganga en Inde.* — **Tunnels and Tunnelling,** 1970, septembre, p. 286/290, 5 fig.

Le projet Ramganga en Inde comporte l'érection d'un barrage de 126 m de hauteur et 625 m de longueur, à la crête de 12 m de largeur, qui contiendra 2.220 millions de m^3 d'eau. Pendant sa construction, l'eau de la rivière est dérivée par deux tunnels de 11 m de diamètre à terre nue et 9,45 m à l'intérieur du revêtement. Leur longueur sera 555 m et 713 m. Les terrains sont gréseux et schisto-argileux, assez altérables. On a commencé par creuser un tunnel pilote de 914 m et 2,44 m x 2,74 m qui s'est effondré localement. On a foncé alors un puits de 30 m de profondeur et 40 x 6 m de section au sommet, 20 x 6 m au fond pour servir de retenue au terrain. Il a été rempli de béton en laissant des ouvertures pour le passage des tunnels. Le creusement de ceux-ci, avec les moyens classiques, air comprimé et explosifs, a donné lieu à de nombreuses difficultés. Le bétonnage du revêtement a été mis en place par passes de 12 m au moyen de pompes spéciales Rex et de conduites de 200 mm de diamètre. Après l'exécution du revêtement des tunnels, ils ont été consolidés par une injection de ciment dans la voûte tous les 3 m, certains trous pénétrant dans le terrain. La pression a atteint 3 et 7 atmosphères et la quantité de ciment 2.250 t.

IND. **B 31** Fiche n° **56.383**

H. POETSCHE. Bohrungen in Granit mit Tunnnelbohrmaschinen. *Percement de tunnel en granit au moyen de foreuses.* — **Fördern und Heben,** 1970, septembre, p. 770/772, 3 fig.

Des machines ont été spécialement mises au point pour permettre le forage dans la roche extrêmement dure. Une perforatrice de ce genre a été utilisée lors de la construction d'une centrale hydraulique dans les Alpes suisses, pour percer une galerie inclinée, à raison d'une pente de 65 %, dans de la roche d'une résistance à la compression de 2400 kg/cm^2. Durant ces travaux, la machine en question pesant 80 t a permis de réaliser une progression horaire de forage de 0,54 m. L'article décrit la conception et le mode de fonctionnement de la machine perforatrice, en mentionnant les expériences acquises au cours de différentes utilisations, ainsi que la conception et le perfectionnement de la tête de forage et des taillants.

Résumé de la revue.

IND. **B 31** Fiche n° **56.411**

Z. BAZANT. Tunnelbohrmaschinen für U-Bahnen. *Machines de forage pour le creusement des tunnels de métro.* — **Conférence sur la construction des métros,** Budapest, 1970, 15/18 septembre. Communication II/2, p. 155/170, 4 fig.

A titre d'exemples de tunnels à grande section creusés par forage au cours des dernières années, l'auteur mentionne : 1) Avec la machine Robbins : les galeries de by-pass aux barrages de Oahe et de Mangla, le tunnel de métro à Paris et celui de la mine de cuivre de White Pine. 2) Avec la machine Hughes, le tunnel de Navajo. 3) Avec la machine Jarva I : le tunnel routier San Francisco, Chennery Street. Dans chaque cas, il met en relief les difficultés rencontrées sous des conditions géologiques variées. Comme limite inférieure du champ d'application du forage, il donne une résistance à la compression de la roche de R = 100 - 200 kg/cm^2, tandis que la limite supérieure pour laquelle le forage à grande section reste la solution la moins coûteuse est de R = 1250 à 2.100 kg/cm^2. Dans les roches stratifiées,

il est nécessaire de recourir à un soutènement et à un garnissage. Dans les roches friables ayant subi l'effet d'altération des agents atmosphériques, dès le forage achevé, il importe de guniter la paroi découverte. Là où on peut s'attendre à des venues d'eau, on devra procéder à des sondages aux eaux et à l'application de béton projeté. La construction des tunnels de métros par forage serait rentable pour des avancements mensuels de 90 à 180 mm.

Biblio. 18 réf.

IND. **B 31** Fiche n° **56.414**

L. ENYEDI. Entwicklungstendenzen der traditionellen (bergmännischen) Bauweisen im U-Bahnbau. *Tendances du développement des méthodes minières traditionnelles de construction de métros.* — **Conférence sur la construction des métros,** Budapest, 1970, 15/18 septembre. Communication II/6, p. 213/237, 13 fig.

La construction du nouveau métro de Budapest apporta maintes nouveautés aux techniques traditionnelles de creusement de tunnels. Les nouvelles méthodes concernèrent principalement la mise en œuvre de construction mixte béton-acier et de systèmes d'étanchéité, l'élimination des bois de mine, le contrôle de la sécurité au chantier et la rentabilité du travail. Les principaux exemples que l'auteur discute ont trait : à l'armature de l'ouvrage constituée de cintres à caisson en acier, aux poutres en béton armé mises à la dimension du front d'abattage, au soutènement provisoire par éléments en acier abandonnés dans le revêtement, aux voûtes avec tirants, au garnissage en béton qui sert également au revêtement, aux cintres combinés, claveaux en béton, cadres en béton armé, aux plaques en tôle d'acier soudées utilisées simultanément pour le revêtement et l'étanchéité à l'eau, au boisage sur cintres d'acier, aux éléments de cuvelage en tôle d'acier, au troussage de front constitué d'un tout déplaçable sur rouleaux, à la mécanisation, à l'injection de lait de ciment et au béton projeté, à l'ancrage par boulons, au contrôle courant de la stabilité et de la sécurité lors de la construction de galeries jumelées par mesurage de la déformation du tubage mis en place. La construction de la nouvelle ligne de métro imposa aux méthodes minières classiques de nouvelles exigences. On dut réduire le danger des affaissements de surface, accélérer la vitesse d'exécution de l'ouvrage, augmenter le degré de mécanisation des opérations et développer le contrôle des déplacements et déformations au cours de la construction.

IND. **B 31** Fiche n° **56.421**

K. SZECHY. Tunnel construction in loose or soft ground with the help of a liner-plate drift. *Construction de tunnel dans un sol meuble ou tendre à l'aide d'une galerie pilote tubée par anneaux en tôle d'acier.* — **Conférence sur la construction des métros,** Budapest, 1970, 15/18 septembre. Communicatoin II/16, p. 399/404, 1 fig.

En tant que substitut de la méthode de creusement au bouclier dans le cas de sections de tunnel de courte longueur, c'est-à-dire lorsque cette longueur est trop faible pour amortir raisonnablement les dépenses importantes nécessitées par la construction de bouclier avec l'établissement nécessaire de chambres de montage et de démontage ainsi que les travaux y afférents, l'auteur propose de recourir à une méthode simple spécialement appropriée au creusement en terrains meubles. L'élément principal de cette méthode réside dans le creusement d'une galerie pilote de section circulaire à faible diamètre, établie au sommet de la section finale du tunnel et dont le revêtement est constitué par un tubage constitué de 11 éléments de tôle d'acier, assemblés par boulons. A partir de cette galerie pilote, on procède à des injections de ciment en vue de consolider les terrains et constituer ainsi une poutre continue qui surplombe l'axe du tunnel; subséquemment par sa portance, elle assumera le soutènement des différents fronts d'abattage disposés en gradins décalés l'un par rapport à l'autre qui aboutiront à la section finale du tunnel. Au stade final du creusement de la section du tunnel, ce tubage supporté par des échafaudages en bois pourra être récupéré.

IND. **B 31** Fiche n° **56.426**

J. MENCL. Ingenieurgeologische Probleme der Prager U-Bahn. *Problèmes de géologie ressortissant à l'art de l'ingénieur relatif au métro de Prague.* — **Conférence sur la construction des métros,** Budapest, 1970, 15/18 septembre. Communication III/2, p. 475/482.

Après une large étude de l'histoire géologique et des conditions structurelles du sol de Prague, l'auteur donne un compte rendu des caractéristiques de résistance des couches de terrains à recouper lors du creusement du métro. Il traite également des diverses considérations qui régissent le choix de la méthode de creusement la plus efficace dans les couches individuelles. Parmi les procédés applicables, on trouve la méthode à front libre, le forage horizontal par machines, et la méthode du bouclier. Il est intéressant de savoir comment on détermine l'extension de la zone de terrains meubles au-dessus du futur tunnel au moyen de mesures effectuées dans des sondages forés de la surface. Il importe d'accorder une attention particulière au choix de la méthode appropriée de percement du tunnel et à la présence tant de zone de terrains dérangée que de bâtiments historiques à préserver. A cette fin, on préférera vraisemblablement une localisation plus en profondeur du tunnel, et on appliquera la méthode du bouclier.

IND. **B 33** Fiche n° **56.302**

F. CLAES. Die Abbaustrecken im deutschen Steinkohlenbergbau. *Les voies d'exploitation dans les charbonnages allemands.* — **Glückauf**, 1970, 17 septembre, p. 938/942, 8 fig.

Etude statistique clichant la situation des voies d'exploitation au 1er juillet 1969. Du nombre total des tailles actives, soit 386, 62,6 % sont avançantes, 21,8 % retraitantes et 15,6 % du type Z ou mixte, tandis que pour les 772 voies d'exploitation correspondantes 70,4 % sont du type avançant et 29,6 % du type retraitant. Les plus fréquentes sont les tailles où les 2 voies d'extrémités sont creusées conjointement à l'exploitation. Lorsqu'une des voies d'extrémité est bosseyée après le passage de la taille, il s'agit la plupart du temps de la voie de tête. Environ 30 % de toutes les voies d'exploitation sont utilisées en méthode retraitante. 40,5 % du nombre total (772) des voies d'exploitation existaient déjà au moment du démarrage des tailles; 15,5 % des 772 voies servent pour la 2ème fois (ayant été utilisées dans une exploitation antérieure). Lorsque le creusement de la voie précède le front de taille, la longueur moyenne du tronçon de voie creusé en avant est de 20 m à la voie de pied et 15 m à la voie de tête. Pour les 409 longues tailles mécanisées considérées, la longueur moyenne des voies d'exploitation (pied et tête de taille) planifiée fut de 668 m et, dans 14,4 % des cas, cette longueur dépassa 1000 m. Correspondant à la section utile du soutènement de 13,7 m² à la pose, la section moyenne utile atteinte à quelques mètres en arrière de la taille est de 11,1 m² à la voie de base et environ 9 m² à la voie de tête. Dans 90 % des voies d'exploitation, 70 % de la largeur et 60 % de la hauteur de la section initiale sont maintenus pendant toute la durée de la taille. 30 % des voies d'exploitation accusent une réduction de la section initiale, inférieure à 20% et 30% supérieure à 40%. Pour le transport du matériel dans les voies d'exploitation, le monorail suspendu prédomine. 19 % seulement des voies de base de taille équipées avec transporteur à bande ne comportent pas d'installation de transport de matériel.

Biblio. 5 réf.

IND. **B 4110** Fiche n° **56.374**

K.H. HUSCHEL. Erfahrungen beim Abbau mächtiger Flöze im Ruhrbergbau. *Expériences acquises par les charbonnages de la Ruhr à l'occasion de l'exploitation de couches puissantes.* — **Berg- und Hüttenmännische Monatshefte**, 1970, août, p. 202/211, 20 fig.

L'exploitation des couches puissantes en plateure s'est fortement accrue dans la Ruhr au cours des dernières années. Les productions journalières moyennes au chantier les plus élevées avec rendement taille maximum furent réalisées dans l'intervalle d'ouverture compris entre 2,20 et 2,50 m. Il reste cependant à prouver si c'est dans les couches puissantes — avant tout au-dessus de 2,50 m — que les difficultés de contrôle de la pression des terrains sont les plus fréquentes et si on doit encore les considérer comme généralement invaincues. L'auteur expose les techniques appliquées lors de l'exploitation des couches puissantes en plateure, en particulier dans chacune des phases d'opération abattage, soutènement et remblayage; il mentionne les difficultés rencontrées et les mesures prises pour les éliminer. Il termine par une énumération de principes, de règles et de recommandations valables tant pour la recherche que pour la conduite des tailles. Ces directives devraient, sans aucun doute, montrer la voie à suivre pour résoudre les problèmes qui se posent encore à l'occasion de la mise à fruit des couches puissantes.

Biblio. 6 réf.

IND. **B 4113** Fiche n° **56.409**

R. EDGAR. Recent trends in coal face equipment. *Tendances récentes en équipement du front de taille.* — **Mining Technology**, 1970, septembre, p. 31/36, 2 × 6 fig.

De grands progrès ont été réalisés au cours des dernières années dans l'équipement mécanique du front de taille. L'article en étudie quelques-uns : L'élimination des niches d'extrémité de taille peut être réalisée par plusieurs moyens pour l'extrémité de retour, suivant la longueur de taille, la nécessité d'avoir une tête de retour motorisée, le type de machine abatteuse-chargeuse. Pour l'extrémité de chargement, le problème est plus difficile, mais plusieurs solutions ont été appliquées pour l'élimination ou la réduction. Un autre progrès à signaler intéresse les accessoires de convoyeurs blindés de tailles: les plaques de rampe attachées au convoyeur et nettoyant le mur lors du ripage. Il en existe plusieurs types. De même pour les dispositifs destinés à empêcher le charbon de déborder du convoyeur. On signale enfin l'introduction du convoyeur blindé de taille à une seule chaîne centrale qui permet une flexibilité notablement accrue. Des détails sont fournis sur les chaînes utilisées, les têtes motrices, les têtes de retour, qui peuvent être non motorisées, et les barres-raclettes.

IND. **B 44** Fiche n° **56.309**

E. McGREARY. Rio Blanco starts up underground in Chilean Andes. *Rio Blanco commence à exploiter souterrainement dans les Andes Chiliennes.* — **Engineering and Mining Journal**, 1970, août, p. 94/97, 8 fig.

La mine de cuivre de Rio Blanco au Chili est à 3.200 m d'altitude, d'installation récente, elle

doit produire 65.000 t de cuivre métal par an. Le minerai a une teneur de 1,58 %. Les réserves sont estimées à 120 Mio.t. La roche, andésite porphyrique minéralisée a 500 m x 300 m sur au moins 360 m d'épaisseur, chalcopyrite et pyrite surtout. La méthode d'exploitation souterraine est le « block-caving », foudroyage par blocs de 72 x 72 m et de 180 à 240 m de hauteur. Des cheminées descendent le minerai abattu au niveau inférieur de transport par convoyeurs qui l'amènent à un concasseur à mâchoires. Le minerai réduit à — 75 mm est amené alors à un silo de 16.500 t de capacité, par un tunnel de 5,6 km avec convoyeurs à l'installation de concentration. Un puits de 4,50 m de diamètre et 580 m de profondeur muni d'une cage à 2 étages relie ce niveau à la surface. Il sert au service. La concentration creusée dans le rocher représente une excavation de près de 200.000 m³. Elle comprend broyeur, silos, classificateurs, flottation, épaisisseurs, etc. La production de 12,700 t/jour devra être atteinte en 1971. La concentration donnera un produit à 30 % de cuivre. 92 % du cuivre seront récupérés et 0,17% seulement perdus dans les stériles. Il faut souligner les conditions topographiques et climatiques extrêmement difficiles de cette exploitation dans la Cordillère des Andes.

IND. **B 50** Fiche n° **56.375**

H. GOERGEN et H. HUPP. Planung von Abbau, Gewinnung und Förderung bei Grossvorkommen im Tagebaubetrieb. *Planning d'exploitation, d'abattage et de transport dans les grands gisements exploités par mines à ciel ouvert.* — **Fördern und Heben,** 1970, septembre, p. 719/724, 5 fig.

Une décision portant sur la possibilité et la méthode d'exploitation implique tout d'abord la connaissance des gisements et réserves en présence. Les données de base requises pour le planning doivent être établies en commun par les techniciens et les experts commerciaux. Après une description de la préparation et de l'exécution pour le planning d'ouverture, il est fait mention dans l'article des critères régissant la décision au sujet des équipements d'extraction et d'ouverture et des méthodes à adopter. Pour le transport d'importantes masses, il s'agit de choisir entre les véhicules sur rails, les bandes transporteuses, les camions et la manutention hydraulique. L'auteur examine les avantages et inconvénients respectifs, ainsi que les frais initiaux et la rentabilité des différentes méthodes entrant en ligne de compte.

Résumé de la revue.

IND. **B 510** Fiche n° **56.402**

R.A. CAMPBELL. Multiple seam surface mining. *L'exploitation à ciel ouvert de plusieurs couches.* — **Mining Congress Journal,** 1970, août, p. 71/75, 4 fig.

La mine de Homestead, de la Peabody Coal C° dans le Kentucky, exploite à ciel ouvert et simultanément 3 couches : la première de 0,75 m est recouverte de 15 m de morts-terrains, la deuxième de 1,80 m en est séparée par 9 m de roches et la troisième, de 1,25 m est 18 m en dessous. Une excavatrice munie d'une pelle de 75 m³ avec flèche de 82 m et une autre dont la capacité est le tiers de la première sont utilisées : la première au niveau inférieur, la seconde aux niveaux des deux couches supérieures, avec des chargeuses auxiliaires. Des foreuses font les trous de mines et neuf camions de 40 à 90 t assurent le transport sur 4 km jusqu'à l'emmagasinement, concassage en dessous de 35 mm. La production de charbon a atteint 4,225 Mio.t/an avec 25 millions de mètres cubes de découvert. L'article expose les difficultés qui ont été rencontrées pour cette exploitation à ciel ouvert à trois niveaux différents, l'organisation du transport posant des problèmes sérieux dont la solution est strictement particulière aux conditions locales.

IND. **B 54** Fiche n° **56.308**

X. Twin Buttes solves the problems of great depth, low grade, complex orebody. *Twin Buttes résout les problèmes de la grande profondeur, de la basse teneur et de la complexité du gisement.* — **Engineering and Mining Journal,** 1970, août, p. 74/78, 5 fig.

La mine de Twin Buttes de l'Anaconda C° vise une production annuelle de 80.000 t de cuivre. Le minerai consiste surtout en sulfures, chalcopyrite et bornite en filons oxydés plus ou moins en surface et contenus dans des roches calcareuses. Il a fallu enlever 236 Mio.t de morts-terrains pour atteindre le gisement qui est exploité à ciel ouvert. Les gradins d'abattage ont 15 m de hauteur, localement 7,50 m. Le forage des trous de mines, de 25 cm de diamètre, est fait par quatre foreuses rotatives montées sur chenilles, l'explosif est le NA-FO en grains avec un peu de nitrate d'aluminium au fond. La roche abattue est amenée par camions aux deux concasseurs primaires giratoires. Un système de convoyeurs conduit les produits aux dépôts de minerais et de stériles. La concentration traite 30.000 t/jour de minerai sulfuré. Pour le minerai oxydé, elle est encore à l'état de projet.

IND. **B 62** Fiche n° **56.394**

J.B. DAVIS et D.A. SHOCK. Solution mining of thin bedded potash. *L'exploitation par dissolution de potasse en lits minces.* — **Mining Engineering,** 1970, juillet, p. 106/109, 2 fig.

Dans le bassin de Carlsbad du Nouveau Mexique, un gisement de potasse en lits minces se présente avec 12 zones exploitables, d'allure plate. Des essais d'exploitation par dissolution ont été

effectués dans la troisième de 1,20 m d'épaisseur et à 345 m de profondeur. A cet effet, trois trous de sonde aux sommets d'un triangle équilatéral et un quatrième au centre distant de 60 m des 3 autres, ont été forés et des essais de dissolution par injection ont été pratiqués avec enregistrement des résultats. Il s'agissait de comparer les avantages de l'exploitation par un seul puits servant à la fois de point d'injection et de point d'extraction, à ceux de l'exploitation par deux puits séparés ou de puits multiples. Des multiples expériences, on a pu conclure aux avantages de l'exploitation par deux puits et de nombreuses observations ont été faites concernant l'allure du processus de dissolution, la façon la plus avantageuse d'opérer afin de retirer la potasse avec le meilleur rendement.

IND. **B 9** Fiche n° **56.400**

J.E. FLIPSE. Development in Ocean exploration and mining. *Le développement de l'exploration et de l'exploitation sous-marine.* — **Mining Congress Journal,** 1970, août, p. 60/64, 6 fig.

Une société « Deepsea Ventures », a été constituée pour l'exploration et l'exploitation des gisements du fond des océans, notamment des nodules de manganèse, abondants sur de vastes surfaces. Un navire a été spécialement construit, de 45 m de longueur, 660 t de déplacement avec 9 hommes d'équipage et 8 techniciens. La détermination précise de la topographie du fond des océans constitue un problème essentiel. La photographie et la télévision y apportent une aide précieuse. La prise d'échantillons se pratique par plusieurs techniques, mais se limite généralement à des épaisseurs assez faibles. L'exploitation des nodules de manganèse a déjà été pratiquée par divers moyens à profondeur assez faible dans des zones côtières, estuaires. Dans l'Océan Pacifique, de vastes surfaces paraissent riches en nodules de manganèse et autres métaux. On met au point des méthodes de dragage qui permettront une exploitation jusque vers 1000 m de profondeur. Outre les difficultés techniques de l'entreprise, on doit prévoir des obstacles politiques, la propriété du fond des océans étant mal définie.

C. ABATTAGE ET CHARGEMENT.

IND. **C 245** Fiche n° **56.478**

H. SPLITTBERGER. Ueber die dynamische Beanspruchung von Gebäuden durch Sprengerschütterungen. *La sollicitation dynamique des immeubles par les ébranlements dus aux tirs d'explositfs.* — **Nobel Hefte,** 1970, septembre, p. 170/179, 7 fig.

Pour porter un jugement sur l'importance des dégâts d'immeubles imputables aux vibrations du sol causées par des travaux à l'explosif, on se borne, en règle générale, au mesurage des vibrations des fondations. Dans la plupart des cas, on se contente d'estimer les effets nuisibles pour l'ensemble du bâtiment en comparant les valeurs mesurées dans les fondements avec des valeurs normales établies par voie empirique. Les déformations et les contraintes dynamiques qu'elles provoquent peuvent être déterminées avec une exactitude plus grande si les vibrations sont mesurées à différents endroits de l'immeuble. C'est pourquoi l'auteur examine et compare les mesures de vibrations dans les fondements, dans les murs extérieurs à différents niveaux de l'immeuble et dans les plafonds des étages. Il souligne les différences des amplitudes des vibrations aux différents points de mesure. De plus, il tient compte des déformations de l'immeuble en direction horizontale qu'il ne faut pas négliger. L'auteur décrit une méthode permettant d'estimer les contraintes au-dessus du niveau du sol, surtout les contraintes alternatives de cisaillement, en mesurant les vibrations dans les murs extérieurs, compte tenu du déphasage. La méthode de calcul est expliquée à l'aide d'un exemple qui décrit les mesures des vibrations engendrées par le tir avec gros trous dans une carrière de calcaire.

Biblio. 10 réf.

Résumé de la Revue.

IND. **C 4215** Fiche n° **56.397**

E.M. WARNER. Machine and cutting element design. *La conception des machines et des éléments de coupe.* — **Mining Congress Journal,** 1970, août, p. 35/43 et 56, 17 fig.

L'article présente une étude des théories et des expériences qui ont été faites à la fois pour augmenter l'efficacité des outils de coupe des machines haveuses ou abatteuses, et réduire la poussière produite. Maintes théories ont été émises pour préciser l'énergie nécessaire à la fragmentation du charbon, énergie dont une partie produit la poussière. Un instrument conçu pour mesurer la force d'un outil de coupe, le « stratascope », a permis de constater que l'augmentation de la pénétration diminuait la production de poussière. La géométrie des outils de coupe varie beaucoup; mais il est difficile de préciser son influence sur le rendement. La nature du charbon varie d'une couche à l'autre et l'outil qui lui convient doit être choisi par des essais pratiques. Des appareils de laboratoire ont été construits pour évaluer l'efficacité des outils, mais on peut tirer les conclusions suivantes en ce qui concerne la production de poussières. Celle-ci dépend de causes multiples mais, en ce qui concerne les machines abatteuses, le seul moyen consiste à augmenter le taux de pénétration, augmentant en même temps le rendement de coupe. Des essais pratiques ont

vérifié la relation entre le rendement de la coupe, la quantité de poussière, la granulométrie et la puissance consommée par tonne de charbon produite. De tous ces éléments, c'est la poussière qui est la plus difficile à mesurer !

IND. **C 4231** Fiche n° **56.442**

EICKHOFF (Firme). Entwicklung der schneidenden Gewinnung mit Walzenladern auf der Schachtanlage Walsum. *Développement de l'abattage coupant au moyen d'abatteuses-chargeuses à tambour au siège Walsum.* — **Eickhoff-Mitteilungen,** 1970, Heft 2, p. 29/59, 19 fig.

L'étude retrace le développement qu'a suivi l'abattage coupant à l'aide d'abatteuses-chargeuses, au siège Walsum, depuis 1964 jusqu'à nos jours. Elle présente les stades de développement des machines d'abattage et de leurs équipements complémentaires, de même que leur mise en œuvre et les rendements réalisés dans des conditions d'exploitation différentes. La production au chantier, qui au début atteignait 1.400 t nettes-jour, en combinant l'abattage coupant (abatteuse à tambour) et le rabotage, s'accrut progressivement en améliorant la méthode d'abattage coupant et en développant parallèlement de nouvelles machines. C'est après la mise en œuvre de l'abatteuse-chargeuse EW 170-L avec tambour de hauteur réglable, du bouclier-capot basculant de chargement, de la rampe de chargement et du portique de guidage que des productions nettes de 2.400 t/jour furent atteintes; après l'introduction simultanée de l'abatteuse-chargeuse à 2 tambours et du soutènement mécanisé, elles atteignirent 4.000 t/jour. L'accroissement des résultats d'exploitation de l'ordre de 100 % après 6 ans d'expérience et les efforts constants pour améliorer la méthode d'abattage montrent la contribution notable que les machines Eickhoff ont apportée au puits Walsum dans la réalisation des succès enregistrés.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTENEMENT.

IND. **D 21** Fiche n° **56.429**

J.V. BARTLETT et B.L. BUBBERS. Surface movements caused by bored tunnelling. *Mouvements de surface causés par le forage de tunnel.* — **Conférence sur la construction des métros,** Budapest, 1970, 15/18 septembre. Communication III/5, p. 513/540, 10 fig.

Les auteurs exposent, tout d'abord, en bref les principales caractéristiques de la méthode de creusement de tunnel au bouclier puis, à la lumière de celles-ci, ils analysent les mesures à prendre en vue de réduire les affaissements de surface que cette méthode provoque. Ils traitent des dimensions et du profil de la cuvette d'affaissement de surface et décrivent les mouvements de terrains dans les zones affectées. Ils mettent l'accent sur l'importance des observations locales et des mesures, puis ils donnent l'amplitude et la distribution des affaissements de surface qui furent observés dans les nouvelles sections du tunnel et dans 3 stations (constituées de 3 galeries jointives) du métro de Londres. En ce qui concerne la distribution des affaissements de surface, ils trouvèrent une concordance satisfaisante avec la courbe de probabilité suggérée par R.B. Peck à Mexico. Les auteurs appliquent un rapport entre le volume de la cuvette d'affaissement et la section transversale du bouclier, qui traduit suffisamment bien la qualité d'exécution du creusement et l'influence du diamètre de tunnels jumelés; ils en recommandent d'ailleurs l'application pour les observations subséquentes.

IND. **D 21** Fiche n° **56.431**

J. FARKAS. Terrainsetzungen beim Bau von Ein- und Doppelrohrtunneln. *Tassements de terrains lors de la construction de tunnels tubulaires simples et jumelés.* — **Conférence sur la construction des métros,** Budapest, 1970, 15/18 septembre. Communication III/7, p. 557/569, 5 fig.

A partir d'observations et de mesures effectuées lors du creusement d'une section de tunnel métro de Budapest, l'auteur analyse d'abord l'amplitude et l'extension de la cuvette d'affaissement en surface et tire ensuite des conclusions sur l'emplacement où la vitesse d'affaissement est maximale et sur la distance par rapport à l'axe du tunnel du point où l'inflexion se produit. Du profil asymétrique de la cuvette d'affaissement de surface produite lors du creusement d'un tunnel constitué de deux galeries circulaires jointives, il dérive une formule approximative qui tient également compte de l'effet du soutènement par cintres fermés. Les exemples cités illustrent le fait que les affaissements produits par la construction du second tunnel sont généralement plus grands que ceux survenus à l'occasion de celle du premier. Au métro de Budapest, le rapport du volume spécifique de la cuvette d'affaissement à la section transversale de creusement du tunnel dépasse quelque peu les valeurs moyennes.

IND. **D 21** Fiche n° **56.435**

K. SZECHY. Surface settlements due to the shield tunnelling in cohesionless soils. *Affaissements de surface dus au creusement de tunnel à l'aide du bouclier dans des terrains sans cohésion.* — **Conférence sur la construction des métros,** Budapest, 1970, 15/18 septembre. Communication III/11, p. 615/625, 4 fig.

En se basant sur l'égalité du volume, d'une part, du contenu de la cuvette d'affaissement formée à la surface et, d'autre part, de la somme du foisonnement de la roche, du vide existant à

l'extrados du soutènement et de l'excès de matériau qui a traversé le front du bouclier, l'auteur déduit des équations approximatives concernant l'extension (zone influencée) et les affaissements de surface maximaux à l'aplomb d'un tunnel creusé à l'aide du bouclier. A partir d'un exemple numérique, on peut conclure qu'un front de creusement soutenu d'une manière insuffisamment rigide peut provoquer des affaissements de surface bien plus conséquents que ceux qui résulteraient de vides partiellement remplis existant à la périphérie du bouclier.

IND. **D 24** Fiche n° **56.498**

W. LEHMANN. Messtechnische Ueberwachung der Gleitefügenbreite bei nicht gebirgsverbundenem koaxialem Schachtausbau. *Contrôle par des mesures de la largeur du joint de glissement dans le cas d'un revêtement de puits coaxial sans liaison avec les terrains.* — **Glückauf,** 1970, 15 octobre, p. 1026/1029, 4 fig.

Parmi les tâches imparties aux mesures ressortissant à la technique de l'ingénieur, on relève celle de la mesure indirecte par un procédé électrique de la variation de longueur d'une courte base constituée par un tronçon de droite. Selon la méthode mise au point par la station centrale d'essais des Mines de l'Etat des Pays-Bas, l'auteur procéda à des contrôles de longue durée de l'épaisseur du joint annulaire rempli de bitume, compris entre les 2 gaines cylindriques en béton d'un cuvelage mixte de puits vertical. Les résultats de mesure accusent une précision absolue de 1 cm pour la longueur de la base et une précision relative inférieure à 1 cm pour la variation de longueur de celle-ci.

IND. **D 54** Fiche n° **56.465**

P.C. McLEOD et A. SCHWARTZ. Consolidated fill at Noranda Mines Ltd (Geco Division). *Remblayage hydraulique consolidé aux mines de Noranda Ltd (Division Geco).* — **Canadian Mining and Metallurgical Bulletin,** 1970, septembre, p. 1011/1018, 9 fig.

La mine Geco, dans l'Ontario, a des épontes faibles et au-dessus des tirs de mines, des crevasses s'ouvrent que l'on est obligé de remplir. Ce remplissage se fait avec des déblais que l'on consolide avec du remblayage hydraulique mélangé de ciment et de sable. On consolide également les bancs de roches avec des bouts de câbles introduits dans des trous de sondes, agissant comme des boulons de toit. Leur extrémité est munie d'une sorte d'ancrage, constitué d'un bout de tube dans lequel on coule du zinc, scellé au fond du trou par un coin en bois. Le trou est en outre cimenté. Le minerai sulfuré de cuivre, zinc, plomb, avec un peu d'argent et d'or, est en filon presque vertical de 18 m de largeur sur 750 m de longueur. L'article décrit les exploitations dans les différents blocs et les opérations de soutènement et de remblayage des excavations.

IND. **D 54** Fiche n° **56.466**

W.R. CLEMENT et R. SOKOLOSKI. Pumping cemented backfill. *Le pompage du remblai hydraulique mélangé de ciment.* — **Canadian Mining and Metallurgical Bulletin,** 1970, septembre, p. 1019/1027, 11 fig.

Le remblayage hydraulique au moyen de sable additionné de ciment se pratique ordinairement en utilisant simplement la gravité, le mélange arrivant par des tuyauteries venant de la surface. Dans la mine Thompson de l'International Nickel, Manitoba, les exploitations s'étendent assez loin des puits et il n'est pas possible d'appliquer ce procédé, à moins de creuser un nouveau puits. Aussi a-t-on décidé d'installer une station de pompage souterraine. Le problème consistait à tenir compte des conditions suivantes : 1) Hautes pressions - emplacement - résistance - 2) Densité - l'efficacité du remblayage demandant une certaine densité - 3) Dépôt intempestif et prise du ciment causés par des pannes ou des irrégularités de fonctionnement - 4) Abrasion - 5) Nécessité d'une certaine souplesse de fonctionnement. On a installé 6 pompes en séries revêtues intérieurement de caoutchouc et pourvues de dispositifs de contrôle de pression et de vitesse. Les caractéristiques de ces pompes comprennent : débit 3 m^3/min, à 24 m de hauteur manométrique de mélange à 1,7 de densité, 1.050 tours/min, centrifuges, horizontales. L'installation de mélange, dont on donne la description, est à la surface.

IND. **D 60** Fiche n° **56.413**

A.P. DAUSVILI. Calcul des tunnels de métros, creusés en terrain élastique, par une méthode matricielle. (Texte en russe). — **Conférence sur la construction des métros,** Budapest, 1970, 15/18 septembre. Communication II/5, p. 197/212, 2 fig.

L'auteur donne une dérivation des formules matricielles de la méthode des paramètres initiaux pour le cas du calcul de construction en éléments préfabriqués assemblés et monolithes à contours arbitraires, basée sur la théorie de l'élasticité de Winkler. A titre d'exemple, il applique ces formules au calcul de la construction d'une station de métro de Leningrad. Le calcul de cette station du type clos fut effectué à l'aide de la machine à calculer BESM-SM pour les 3 variantes ci-après de la construction : monolithe, articulée, et avec joints d'étanchéité aux joints d'éléments.

IND. **D 62** Fiche n° **56.386**

H. NOCKE. Neue Erfahrungen mit Anker-Türstock-Ausbau. *Nouvelles expériences acquises dans la pra-*

tique du soutènement par cadres trapézoïdaux ancrés. — **Glückauf,** 1970, 1er octobre, p. 976/983, 15 fig.

L'auteur expose les résultats acquis au siège Zollverein dans 3 voies d'exploitation dont la longueur cumulée soutenue par cadres trapézoïdaux métalliques et ancrage par boulons (du type à scellement à la résine synthétique sur toute la longueur du boulon) atteint à ce jour 1200 m. Les épontes de la couche sont constituées de schistes ordinaires et de schistes gréseux. Parmi les avantages, on signale : 1) amélioration de la tenue des épontes, aucun décollement de bancs, 2) le maintien d'une importante section résiduelle de la voie (faible diminution de la section initiale en fonction du temps) permet de réaliser une partition adéquate de la section utile de grande largeur très profitable à la qualité du transport (bande et monorail de desserte) de la circulation du personnel et de l'aérage, d'une part, et une mécanisation plus poussée de l'extrémité de taille (entre autres en utilisant une station hydraulique de tension des installations de la taille à progression mécanisée) et du creusement à front, d'autre part. A noter toutefois que le soutènement par cadres trapézoïdaux ancrés exige, tant à la pose que pour la surveillance subséquente du comportement des épontes, un plus grand soin qu'avec les cadres métalliques cintrés. Au puits Zollverein, après deux ans d'essais, on a enregistré avec le nouveau mode de soutènement des résultats économiques remarquables et, à ce jour, on peut affirmer que les coûts de revient tant au creusement, à l'entretien et au désameublement des voies que ceux relatifs au transport auquel ces voies donnent lieu, sont inférieurs à ceux des autres modes traditionnels de soutènement utilisés dans les voies d'exploitation de section utile équivalente.

IND. **D 63** Fiche n° **56.420**

J. STRAKA. Berechnung des Seitendrucks auf Baugrubenwandung im Gestein. *Calcul de la pression latérale exercée sur la paroi des ouvrages miniers creusés en roche.* — **Conférence sur la construction des métros,** Budapest, 1970, 15/18 septembre. Communication II/15, p. 383/397, 7 fig.

L'auteur procéda à des essais sur modèles en vue de mesurer la diminution de la pression latérale des terrains engendrée par un déplacement horizontal des murs de soutènements. La pression des terrains qui agit vers les murs de tranchées ouvertes au rocher est influencée par plusieurs facteurs qu'il est difficile de déterminer. En raison de l'importante cohésion des terrains encaissants, il ne se développe généralement aucune pression latérale des terrains. Dans le cas de roches fissurées fragmentées ou meubles, on utilise généralement, en vue d'assurer la stabilité latérale de l'ouvrage, des piliers muraux en béton armé ancrés par boulons dans les terrains encaissants.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. **E 43** Fiche n° **56.490**

W. SLONINA et H. HUPFER. Messeinrichtungen für die an Schachtförderanlagen auftretenden dynamischen Beanspruchungen. *Dispositifs de mesure visant à mesurer les sollicitations dynamiques se produisant sur le matériel d'extraction.* — **Glückauf-Forschungshefte,** n° 5, 1970, octobre, p. 246/256, 15 fig.

Critères de qualité imposés à une main courante destinée à effectuer la mesure des efforts exercés tant sur les parties fixes que mobiles, au cours de la translation le long du puits. Description de l'équipement technique de mesure. Schéma électrique d'ensemble auquel on recourt pour l'enregistrement des valeurs mesurées. Etalonnage préalable et considérations relatives aux erreurs. Rouleaux utilisés comme organes « palpeurs » pour la mesure tant des amplitudes de vibrations que des accélérations horizontales de la case.

Biblio. 5 réf.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. **F 21** Fiche n° **56.373**

S. KRICKOVIC, C. FINDLAY et W.M. MERRITTS. Methane emission rate studies in a Northern West Virginia Mine. *Etude du débit de dégagement de méthane dans une mine de la Virginie du Nord-Ouest.* — **Bureau of Mines Methane Control Program,** Technical Progress Report n° 28, 1970, août, 11 p., 8 fig.

Les régimes d'émission du méthane furent étudiés dans la couche Pittsburgh d'un charbonnage du N-W de la Virginie. On recourut à un mineur continu travaillant par forage sur toute la section du traçage et équipé d'un grisoumètre de surveillance, pour creuser une série de huit voies principales dont une des parois avoisinait des vieux travaux et l'autre se situait en massif vierge. Deux courants d'air partiels ventilaient la section. On enregistra les volumes d'air et les teneurs en CH_4; les études de temps (chronométrages) du mineur furent poursuivies pendant 5 jours de travail, au cours desquels on accomplit un cycle complet d'exploitation des traçages et une ligne de recoupes transversales s'y rapportant. Les taux d'émission du méthane augmentèrent d'une manière importante à mesure que le front de déhouillement progressait à partir de la paroi jouxtant les vieux travaux vers la zone du massif vierge et généralement il augmentait en fonction de l'abattage du charbon. L'abattage à front de

voie à la paroi du côté du massif vierge dut souvent être interrompu totalement en raison de concentrations en méthane excessives au front de taille et ce, malgré des débits de ventilation appropriés et des concentrations en CH_4 acceptables dans le retour d'air immédiat.

IND. **F 40** Fiche n° **56.522**

BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL (Genève) (B.I.T.) 4me rapport international sur la prévention et la suppression des poussières dans les mines, les galeries et les carrières (1963-1967). — **B.I.T.** Série Sécurité, Hygiène et Médecine du Travail, n° 24, 1970, 95 p.

Résumé analytique des communications présentées par 51 pays membres pour contribuer à l'établissement du 4ème rapport sur la prévention et la suppression des poussières dans les mines, les galeries et les carrières de leur propre pays et couvrant la période 1963-1967. Chacune de ces contributions originales fut rédigée conformément à un plan établi par le secrétariat du B.I.T.

IND. **F 415** Fiche n° **56.497**

W. EXTERNBRINK. Betriebserfahrungen bei der Staubbekämpfung mit festen hygroskopischen Salzen. *Expériences d'exploitation dans la lutte contre les poussières à l'aide de sels hygroscopiques solides.* — **Glückauf,** 1970, 15 octobre, p. 1020/1026, 6 fig.

La méthode d'épandage de sel en poudre développée en 1965 en vue de la consolidation des poussières dans les voies d'exploitation a continué à se perfectionner au cours des dernières années, en particulier par la mise au point de la poudre Montan S. Par celle-ci, les inconvénients de la grande aptitude de la poudre de sel à se laisser emporter par le courant d'air et sa faible capacité adhésive ont été éliminés par l'addition de NaCl. Par ailleurs, le NaCl ajouté selon la méthode de Beckerwerth constitue un support pour le sel actif et contribue efficacement au mécanisme de la mise en solution hygroscopique; le pouvoir élevé de liaison ainsi obtenu ne s'altère pas avec le temps. L'épandage de la poudre de sel au NaCl ajouté peut s'effectuer dans les voies de retour d'air, à 50 ou 100 m de la taille, pendant les jours de la semaine, sans gêner le personnel occupé. Faibles frais de transport — vu que contrairement aux pâtes de sel, on ne doit mettre en mouvement aucune charge morte — et dépenses d'investissements réduites sont les caractéristiques essentielles du procédé à la poudre de sel. Pour le puits Heinrich Robert, les dépenses afférentes à l'application de la nouvelle méthode de consolidation des poussières décrite se sont élevées en 1969 à 0,17 DM/t nette. A noter que, pour la lutte primaire contre les poussières dans les tailles, où on procède à l'abattage du charbon par tir à l'explosif, on utilise pour le bourrage à l'eau des mines des cartouches au Ca Cl2. On a pu ainsi accroître l'effet de consolidation de 20 à 30% pour les poussières respirables et d'environ 50 % pour les poussières globales. L'addition de Na Cl permet de réduire les quantités d'eau d'injection requises sans exercer d'influence sur la liaison des poussières. Dans la mesure où l'addition de CaCl2 agit contre l'évaporation, il importe de continuer ultérieurement les mesures et les études en cours.

Biblio. 11 réf.

IND. **F 91** Fiche n° **56.458**

M. SCHINDLER. Der Einfluss der Gewinnungstechnologie auf die Lärmsituation im Abbau und Streckenvortrieb. *L'influence de la technologie d'abattage sur la situation du bruit dans les travaux d'exploitation et de creusement de voies.* — **Bergakademie,** 1970, septembre, p. 542/547, 6 fig.

A partir de mesures de bruit des machines et équipements caractéristiques en usage au fond des mines du V.E.B. Mansfeldkombinat, l'auteur procède à une comparaison des technologies individuelles, y compris l'exploitation et le creusement des galeries de niveau. Les résultats récoltés se résument comme suit : 1) Dans toutes les technologies, les sources principales du bruit sont : les machines à air comprimé et les mécanismes, en particulier, les foreuses, marteaux-piqueurs et perforateurs au rocher, les pics de havage au charbon, les chargeuses mécaniques à jet de godet et les treuils. Les bandes constituées de plaques métalliques s'avèrent être un moyen de transport très bruyant. La comparaison des résultats des diverses technologies du point de vue génération de bruit fit apparaître que la méthode d'exploitation par longues tailles droites, d'une part, et le creusement des voies d'exploitation au moyen du scraper-chargeur, d'autre part, étaient les plus favorables sur le plan acoustique.

H. ENERGIE.

IND. **H 5511** Fiche n° **56.488**

W. WOERMANN. Die Prüfung schlagwetter- und explosionsgeschützter Gehäuse der Schutzart « Druckfeste-Kapselung ». *L'essai des carters antidéflagrants et à l'épreuve de l'explosion, du type de protection « Blindage résistant aux pressions internes ».* — **Glückauf-Forschungshefte,** n° 5, 1970, octobre, p. 226/232, 12 fig.

Critères de jugement imposés aux carters. Détermination du jeu limite (fente) et de la pression d'explosion maximale pour les principaux gaz. Importance de la pression initiale, de la longueur et de la largeur de la fente, considérées comme paramètres de la sécurité pour la résistance disruptive (rigidité diélectrique). Détermination des limites de la résistance disruptive.

Influence exercée sur le jeu (largeur de fente) par l'emplacement où l'étincelle naît. Jeu effectif pour une pression d'explosion maximale.
Biblio. 6 réf.

IND. **H 7** Fiche n° **56.382**

R. JUST. Hydrostatistische Antriebe für Fördermittel im Bergbau. *Commandes hydrostatiques pour moyens de transport de mines.* — **Fördern und Heben,** 1970, septembre, p. 760/763, 11 fig.

Le présent exposé décrit une installation de manutention automatique dans laquelle, pendant plusieurs années, les différentes machines étaient entraînées au moyen de moteurs à rotor en court-circuit, du type triphasé, avec réducteurs et freins à sabots, et commandées à l'aide d'appareils purement électriques. Après une certaine période d'essai, ces commandes furent remplacées par des commandes hydrostatiques, en réalisant ainsi une économie considérable de pièces d'usure et d'heures de réparation, tout en assurant depuis un fonctionnement beaucoup moins perturbé et plus sûr. L'auteur mentionne l'utilisation de la commande hydrostatique pour machines minières; par exemple, plusieurs de celles-ci en sont dotées dans une exploitation de minerai de fer du bassin de Salzgitter. Il expose par la même occasion des expériences pratiques acquises et les avantages par rapport aux commandes électriques précédemment utilisées.
Résumé de la revue.

IND. **H 7** Fiche n° **56.407**

K.W. WILLIAMS et G.C. KNIGHT. The application of hydraulic equipment to mining. *L'application des équipements hydrauliques à l'exploitation minière.* — **Mining Technology,** 1970, septembre, p. 9/18, 7 fig.

Les transmissions hydrauliques sont actuellement utilisées dans presque toutes les 1093 longues tailles des quelque 300 charbonnages du National Coal Board, produisant 143 Mio.t par an. Les mécanismes hydrauliques sont du type hydrocynétique ou du type hydrostatique. Leur adoption a débuté après la dernière guerre et s'est étendue largement aux systèmes de soutènement. Leurs avantages ont été rapidement reconnus, tandis que leurs quelques inconvénients sont fortement atténués par l'emploi de fluides spéciaux, phosphate ester avec eau et fluides ininflammables. Les applications principales sont le halage à vitesse variable ou à pente variable, les convoyeurs blindés, les soutènements à progression mécanique. L'article étudie le problème de la sélection de l'équipement : opération avec fluides ininflammables, systèmes de transmission hydrostatique, choix du type de pompe, à engrenages, à ailettes et cames, à piston axial, choix du moteur, des vannes, filtration. On aborde ensuite la conception du circuit hydraulique: circuit ouvert ou circuit fermé suivant le cas, la construction du réservoir, du circuit principal, la protection de l'équipement et la dissipation de la chaleur engendrée au moyen de refroidisseurs ou échangeurs. La question de l'opération des mécanismes hydrauliques donne lieu à des remarques concernant certaines erreurs à éviter et l'on traite finalement les problèmes de l'entretien des équipements, de leurs essais, pression et vitesse, températures et des réparations à effectuer en temps utile.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES.

IND. **I 13** Fiche n° **56.509**

A.R. Mac PHERSON, P.B. DETTMER, G.M. MEISEL et B.S. CROCKER. Autogenous grinding picks up speed. *Le broyage autogène gagne de la vitesse.* — **Mining Engineering,** 1970, septembre, p. 76/81.

Les auteurs exposent les enseignements de leur expérience dans le domaine du broyage autogène qui atteint un succès grandissant. Un premier article : « les broyeurs en révolution» expose les avantages du concassage et broyage autogène sec et humide et leurs cas d'application. Le deuxième : « comment choisir un broyeur pour gagner un million de dollars » donne les raisons du choix orienté surtout par les caractéristiques du minerai et le calibrage du produit. Le troisième: « pourquoi les pratiquants du broyage préfèrent les géants », détaille les raisons qui font adopter des broyeurs d'une puissance de plus de 2000 cv. Enfin, le quatrième : « Le broyage autogène autour du monde » montre l'emploi généralisé des broyeurs opérant directement sur le tout-venant de la mine ou avec galets, de préférence aux broyeurs à boulet ou à barres. Il cite de nombreux exemples d'applications avec leurs données caractéristiques.

IND. **I 43** Fiche n° **56.495**

D.G. EVANS et S.R. SIEMON. Dewatering of brown coal before combustion. *Le séchage du lignite avant combustion.* — **Journal of the Institute of Fuel,** 1970, septembre, p. 413/419, 7 fig.

La combustion des lignites est régie par leur teneur élevée en eau et celle-ci peut couramment se situer entre 0,5 et 2 kg d'eau par kg de lignite sec. Une telle situation a pour conséquence d'accroître les frais de transport, les difficultés d'allumer le lignite s'il est introduit humide dans la chambre de combustion et d'exiger de grandes dépenses d'énergie pour évaporer cette eau. A titre d'exemple, 3 kg de lignite brut (au chantier) de Yallourn sont nécessaires pour produire

1 kg de lignite sec et de plus, 0,6 kg de lignite doit être consommé pour évaporer l'eau. Les auteurs décrivent une solution radicale à ce problème. Ils montrent qu'au moins 75 % de la teneur totale en eau du lignite tout-venant peuvent être récupérés comme eau liquide, en chauffant le lignite brut sous pression jusqu'à une température d'environ 530° K. On a essayé divers fluides comme milieu de chauffe et on propose un schéma pour une installation de séchage qui utilise l'eau elle-même comme milieu traitant.

Biblio. 15 réf.

IND. **I 44** Fiche n° **56.303**

J. REUTER. Die Verwendung synthetischer, makromolekularer Flockungsmittel bei der Steinkohlenaufbereitung. *L'utilisation de floculants macromoléculaires synthétiques dans la préparation mécanique des houilles.* — **Glückauf**, 1970, 17 septembre, p. 943/952, 10 fig.

1. L'influence des propriétés de la suspension sur l'efficacité de floculants macro-moléculaires synthétiques: a) Propriétés de la matière solide qui peuvent influencer l'efficacité des polymères floculants; b) Propriétés de la phase liquide d'une suspension qui peuvent influencer l'efficacité des polymères (influence des électrolytes, du chlorure de sodium dissous, de la dureté de l'eau, de la température de la suspension). 2. Caractéristiques des floculants synthétiques employés dans la préparation des houilles : Nature et degré de l'ionogénité d'un polymère. 3. Mélange de suspension (liqueur) et polymère : a) mélange naturel; b) mélange mécanique. 4) La structure des floculants : a) clarification et épaississement de liqueurs; b) Clarification de l'eau de trop-plein ne contenant pas de particules solides; c) Filtration de schlamm; d) Egouttage de schlamm par centrifugation; e) Polymères à fonctions multiples. 5) Economie de l'emploi de floculants. 6) Limites d'emploi de floculants et questions spéciales qui se posent à l'occasion de leur mise en œuvre. 6)Conformation constructive et architecture des épaississeurs-clarificateurs.

Biblio. 23 réf.

IND. **I 54** Fiche n° **56.385**

H. KRUG et W. FEILER. Das Pelletieren von Feinkoks mit teerartigen Bindemitteln. Ein Beitrag zur Herstellung raucharmer Brennstoffe. *La pelletisation de fines à coke à l'aide de liants du genre goudron. Contribution à la fabrication de combustibles non fumeux.* — **Bergbautechnik**, 1970, septembre, p. 474/477, 7 fig.

A partir de considérations portant sur les processus de l'action jouée par les liants lors de la pelletisation, les auteurs traitent des essais effectués en vue de fabriquer des pellets (boulets) constitués de coke de lignite obtenu à haute température, de coke de houille et de coke de basse température de carbonisation, tous finement grenus. Il est possible d'obtenir des pellets présentant une granulométrie suffisamment stable et utilisable, après traitement thermique subséquent, comme combustible défumé, lorsqu'on utilise des liants goudronneux tels que résidus de pétrole obtenus sous vide, goudron de lignite cokéfié à haute température, goudron de houille carbonifiée à haute ou basse température.

Biblio. 4 réf.

IND. **I 62** Fiche n° **56.391**I

D.A. HALL, J.C. SPROSON et W.A. GRAY. The rapid determination of moisture in coal using microwaves. Part I : Laboratory investigations. *La détermination rapide de l'humidité dans le charbon en recourant aux micro-ondes. 1re partie : études de laboratoire.* — **Journal of the Institute of Fuel**, 1970, septembre, p. 350/354, 5 fig.

Les auteurs décrivent les expériences réalisées au laboratoire, à l'aide d'un équipement à microonde, sur les échantillons des différents types de roches exploitées en Grande-Bretagne et ce, en vue d'une part, de déterminer la relation existant entre la teneur en eau et l'atténuation des microondes et, d'autre part, d'étudier l'effet que les conditions variables telles que taille de la particule granulaire, rang du charbon, température et densité apparente, exercent sur cette relation. Ils montrent qu'une relation utile existe entre l'atténuation des micro-ondes et la teneur en eau pour n'importe quel charbon particulier, toutefois la courbe de calibration varie d'un charbon à l'autre. Ce changement dépend du rang, mais il est probablement associé à la composition pétrographique et à la structure des pores. Les résultats sont suffisamment prometteurs pour mériter qu'on procède à de tels essais à l'échelle semi-industrielle.

Biblio. 6 réf.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE.

IND. **J 12** Fiche n° **56.380**

H.P. GRUSCHWITZ. Wellenkanten-Gurte und deren wirtschaftlicher Einsatz. *Courroies à bords ondulés et leur utilisation rentable.* — **Fördern und Heben**, 1970, septembre, p. 752/756, 20 fig.

Les courroies à bords ondulés sont de plus en plus utilisées et ce, en fonctionnant sur le plan horizontal comme bandes pour la manutention d'importantes quantités de matières, ou bien comme courroies pour le transport en forte pente. L'auteur établit des comparaisons et mentionne les avantages que présentent ces courroies à bords ondulés par rapport aux types conventionnels. Il expose en particulier les problèmes touchant la

manutention en forte pente, en décrivant de manière détaillée les convoyeurs en S et les transporteurs à double courroie.

Résumé de la revue.

P. MAIN-D'ŒUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

IND. **P 132** Fiche n° **56.440**

H.A. WATSON, P.M. GUSSEY et A.J. BECKERT. Evaluation of chemical-cartridge respirator face fit. *Evaluation de dispositif d'adaptation à la face du masque respiratoire à cartouche chimique.* — **U.S. Bureau of Mines, R.I. 7431,** 1970, septembre, 9 p., 4 fig.

Les auteurs décrivent une méthode pour mesurer les pertes de vapeurs vers la pièce de face d'un demi-masque à cartouche chimique, au cours d'un port simulé. Le masque respiratoire, équipé avec des cartouches à haut rendement, est porté dans un mélange pour épreuve constitué d'air et de dichlorodifluorméthane (C CL2F2), tandis qu'on effectue une série d'activités, chronométrées (mouvements faciaux, intensité respiratoire variée, exercice, etc...). Complétant d'autres épreuves d'étanchéité, cette méthode s'avère utile particulièrement pour étudier l'ajustage à la face et l'effet de mouvements faciaux sur les fuites. La concentration de C CL2F2 à l'intérieur de la pièce de face est continuellement surveillée en vue d'obtenir l'effet immédiat de l'activité physique sur les pertes. On récolte simultanément un échantillon composite dans un sac en plastique à titre de mesure de la fuite moyenne au cours des 18 min que dure l'épreuve. Les fuites, exprimées en p.c., sont calculées à partir de la concentration en C CL2F2 à l'intérieur de la pièce faciale et dans l'atmosphère d'épreuve.

Biblio. 10 réf.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. **Q 1104** Fiche n° **56.496**

D. SCHICK et B. KLINGEN. Abbauplanung als Produktionsprogrammplanung in bergbaulichen Gewinnungsbetrieben. *Planning d'exploitation comme planning de programme de production dans des exploitations minières.* — **Glückauf,** 1970, 15 octobre, p. 1015/1020, 2 fig.

Les auteurs décrivent les éléments d'un modèle de planning d'exploitation retenu pour l'établissement du programme de la production étalé dans le temps. Ils analysent ensuite les diverses étapes à parcourir pour aboutir à la solution. En dernier ressort, les calculs aboutissent à des projets d'une composition ou d'une structure de la production journalière adaptée aux possibilités d'écoulement, ainsi que les quotes-parts, techniquement réalisables, des diverses tailles contribuant à cette production. Ceci revient en fait à déterminer la vitesse d'exploitation de chacune des unités productives pendant un intervalle de temps donné. Les résultats permettent de déterminer, en vue de l'établissement des coûts d'exploitation, les moments de démarrage des tailles de production.

IND. **Q 1140** Fiche n° **56.388**

H. KUNDEL et K. BECKMANN. Statistik der Gewinnungstechnik im deutschen Steinkohlenbergbau für das Jahr 1969 und Tendenzen ihrer Entwicklung. *Statistiques de la technique d'abattage dans les charbonnages allemands pour l'année 1969 et tendances du développement.* — **Glückauf,** 1970, 1er octobre, p. 992/998, 4 fig.

En résumé, on peut affirmer que les progrès déjà observés en 1968 se sont poursuivis en 1969 avec une intensité accrue et cette année apporta une contribution substantielle à la progression subséquente de la production nette journalière par taille. Ceci vaut avant tout pour les tailles en plateures ou moyennement pentées. Dans de nombreux puits subsistent de grandes possibilités d'accroître les productions par taille et par là, une amélioration des résultats techniques et financiers. Egalement dans les gisements en dressants et semi-dressants, la technique d'exploitation a pu réaliser en 1969 des progrès sensibles. Ceux-ci permettent d'ailleurs d'espérer, dans un proche avenir, une extension plus rapide de l'exploitation totalement mécanisée dans ces allures de gisement et ainsi une diminution de l'écart des productions journalières à la taille qui existe encore aujourd'hui par rapport aux tailles en plateure.

IND. **Q 1141** Fiche n° **56.306**

B. HERTEL et H.G. WREDE. Saarbergbau und Saarwirtschaft. *L'industrie minière de la Sarre et l'économie de la Sarre.* — **Glückauf,** 1970, 17 septembre, p. 959/964, 6 fig.

La Saarbergwerke A.G. avec les 27.000 ouvriers qu'elle occupe est la plus grosse entreprise de la Sarre. Sous l'influence des modifications survenues dans le marché de l'énergie, elle a subi une profonde mutation au cours de la dernière décennie. A partir d'entreprise houillère proprement dite s'élabora progressivement une entreprise énergétique à aspects diversifiés, qui, avec ses sociétés sœurs ou filiales, constitua le « Groupe Saarberg ». La quote-part de la Saarbergwerke A.G. dans le produit brut de la Sarre rétrograda de 11,9% en 1961 à 5,1 % en 1968. Ceci résulte non seulement de la récession de la production houillère, mais également du développement spectaculaire d'autres secteurs de l'économie et en

particulier des « services tiers ». Malgré cela, la Saarbergwerke A.G. représente un facteur important de l'économie sarroise. La société détient encore environ 20 % du chiffre d'affaires total et distribue 21% des salaires et appointements globaux de l'industrie. De plus, l'influence de l'entreprise s'étend à de nombreux domaines de l'économie. La structure économique de la Sarre — qui jusqu'à ces derniers temps avait été déterminée par l'industrie lourde — a subi, au cours des dernières années, grâce aux efforts conjugués du Gouvernement Fédéral, du Gouvernement d'Etat et du Ministère de l'Economie, une profonde diversification se concrétisant par l'établissement de nombreuses industries de transformation. A cette restructuration de l'économie sarroise la Saarbergwerke A.G. participe d'une manière active et efficace par la création d'activités nouvelles complétant celles des mines et industries connexes telles que centrales électriques, cokeries, usines à gaz, etc.

Biblio. 5 réf.

Imprimerie R. LOUIS, s.p.r.l., rue Borrens 35-43, 1050 Bruxelles
Drukkerij R. LOUIS, p.v.b.a., Borrensstraat 35-43, 1050 Brussel